This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

AB 75 330

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received OCT 20 1894 , 189 .
Accessions No. 56410 Class No.

Journal

für

Landwirthschaft.

Im Auftrage des

Centralausschusses der Königl. Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle

und unter Mitwirkung der

Landwirthschaftl. Institute, Laboratorien u. Versuchsanstalten Deutscher Hochschulen

herausgegeben von

Dr. W. Henneberg, ord. Professor u. Director der landw. Versuchsstation

und

Dr. G. Drechsler, ord. Professor und Director des landw. Instituts

zu Göttingen.

XXVII. Jahrgang, Supplement:

Die Agronomische Bodenuntersuchung und Kartirung auf naturwissenschaftlicher Grundlage

von **Dr. M. Fesca** in Göttingen.

Berlin.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.

Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau u. Forstwesen.

1879.

Die Agronomiſche

Bodenunterſuchung und Kartirung

auf naturwiſſenſchaftlicher Grundlage.

Von

Dr. Max Fesca,
Privatdocent an der Univerſität Göttingen.

Mit einer agronomiſchen Karte des Ritterguts Crimderode.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Berlin.
Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.
Verlagsbuchhandlung für Landwirthſchaft, Gartenbau u. Forſtweſen.
1879.

56410

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Vorwort.

Für die Winterversammlung 1876 des Centralausschusses der Königlichen Landwirthschafts-Gesellschaft zu Celle war folgende Frage auf die Tagesordnung gesetzt:

Welchen Nutzen gewähren Bodenkarten? Ist es wünschenswerth, solche für die hiesige Provinz zu erstreben? Eventuell: Auf welche Weise Letzteres?

Herr Professor Drechsler stellte daraufhin an mich die Anfrage, ob ich gewillt sei, die Frage practisch durch den Versuch einer Aufnahme einer agronomischen Karte zu beantworten. Für mich war eine derartige Arbeit schon aus dem Grunde von besonderem Interesse, weil ich mich seit einer Reihe von Jahren mit Vorliebe mit Bodenkunde beschäftigt, bislang jedoch noch nicht Zeit und Muße zu einer größeren Arbeit aus dem Bereiche dieser Wissenschaft gefunden hatte.

Zu dieser Zeit war bekanntlich gerade Alb. Orth's agronomische Karte von Rittergut Friedrichsfelde bei Berlin erschienen, eine Arbeit, welche sich die kartographische Darstellung eines Stückes Flachlandes aus dem norddeutschen Diluvium zur Aufgabe gestellt; dem Bewohner Mitteldeutschlands war es wohl nahegelegt, in der Darstellung des Gebirgslandes einen Versuch zu machen, dem ja der größte Theil des mitteldeutschen Bodenmaterials zuzurechnen ist. Ich konnte daher den Vorschlag des Herrn Professor Drechsler, sein bei Niedersachswerfen, Amt Hohenstein (Ilefeld) am Südharz gelegenes Gut Crimderode kartographisch aufzunehmen, nur freudig acceptiren, mußte doch die Bearbeitung derartig complicirter Bodenverhältnisse, wie sie sich an den Harzränden finden, höchst instructiv sein!

Herr Professor Drechsler erklärte sich bereit, beim Centralausschuß unserer mündlichen Verabredung entsprechende Anträge zu stellen. Die Frage kam jedoch in der Winterversammlung 1876 nicht zur Verhandlung; trotzdem erschien es mir angemessen, im Frühjahr 1877 mit der Arbeit zu beginnen.

Die Arbeit war aber leichter begonnen als — beendet. Hatte sich mir bereits bei meinen Vorlesungen über Bodenkunde die Unzulänglichkeit des vorliegenden Materials zum Zwecke specieller Darstellung fühlbar gemacht, so war dies in noch ungleich höherem Maße der Fall, als ich selbst den Versuch unternahm, specielle Bodenverhältnisse darzustellen.

Zweifellos ist dieser Mangel zum Theil den erheblichen Schwierigkeiten zuzuschreiben, mit welchen die Bodenuntersuchung zu kämpfen hat; zum nicht geringen Theile dürfte derselbe jedoch auch in der nicht ganz zweckmäßig erscheinenden Behandlungsweise, welche die Bodenkunde bisher zumeist erfahren hat, seine Begründung finden.

Allgemeine und specielle Bodenkunde sind bislang eigentlich nur von einander getrennt betrieben worden. Die allgemeine Bodenkunde wurde von den Agriculturchemikern bearbeitet, während sich mit der speciellen Bodenkunde vorzugsweise Geognosten und Petrographen, seltener Agronomen beschäftigten.

Diese Trennung des allgemeinen und speciellen Theiles der gleichen Wissenschaft glaube ich als einen wesentlichen Grund hinstellen zu müssen, daß trotz der gediegenen Arbeiten, welche in beiden Richtuugen geliefert sind, die Bodenkunde bezüglich ihrer Verwerthbarkeit für die Praxis hinter anderen agronomischen Disciplinen, z. B. der Düngerlehre, Fütterungslehre ꝛc. noch so weit zurücksteht. Wie in allen Disciplinen, so stehen auch in der Bodenkunde allgemeiner und specieller Theil naturgemäß in innigster Wechselbeziehung zu einander. Nur auf Grund specieller Untersuchungen können wir zu Gesetzmäßigkeiten gelangen, und für die Richtigkeit des als allgemeines Gesetz Hingestellten muß wiederum die Anwendbarkeit auf den speciellen Fall als Probirstein dienen.

Von diesem Gesichtspunkte bin ich bei der vorliegenden Arbeit ausgegangen; ich habe in derselben eine Vereinigung der allgemeinen und speciellen Bodenkunde angestrebt. Freilich bin ich mir bewußt, daß ich mit diesem ersten Versuch die mir gestellte Aufgabe keineswegs erschöpfend

gelöst habe; mein Zweck ist zunächst erreicht, wenn es mir gelungen sein sollte, in meiner Schrift einen die Entwickelung der Bodenkunde nur in etwas fördernden Beitrag zu liefern.

Zu besonderer Freude gereichte mir das Interesse, welches der Centralausschuß der Königlichen Landwirthschaftsgesellschaft zu Celle an meiner Arbeit genommen. Ich wurde zu den Winterversammlungen des Centralausschusses in den Jahren 1878 und 1879 eingeladen, um über den Fortgang meiner Arbeit zu referiren, und auf Antrag des Centralausschusses hat Seine Excellenz der Herr Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten, Dr. v. Friedenthal einen Beitrag zu den Kosten der Publikation bewilligt.

Schließlich ergreife ich mit Freuden die Gelegenheit, einigen Männern für die Förderung meiner Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen. Ganz abgesehen von der Belehrung, welche mir aus den vorliegenden gründlichen Arbeiten des Herrn Professor Orth zu Berlin zu Theil geworden, hat mir derselbe mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit über die von ihm in Anwendung gebrachten Untersuchungsmethoden und seine dabei gegewonnenen Erfahrungen ausführliche Mittheilung gemacht.

Mit dem Gefühl aufrichtiger Dankbarkeit muß ich der beiden Herren Professoren Drechsler und Henneberg gedenken. Herr Professor Drechsler gestattete mir nicht nur die unbeschränkte Benutzung seines Gutes für meine Zwecke, sondern stellte mir auch die Institutsmittel in ausgiebigster Weise zur Verfügung und suchte meine Arbeit überhaupt in jeder Weise zu fördern. Herr Professor Henneberg verfolgte wie stets so auch in diesem Falle die Arbeiten des jüngeren Fachgenossen mit warmem Interesse.

Auch Herrn Gutspächter Böhl auf Crimderode sage ich für sein freundliches Entgegenkommen meinen herzlichen Dank.

Göttingen, im Juli 1879.

M. Fesca.

Inhaltsverzeichniß.

Seite.

Einleitung 1

Die Eigenschaften des Kulturbodens 5

1. Das Verhalten des Bodens gegen Wasser 5
2. Das Verhalten des Bodens gegen Nährstofflösungen . . . 9
3. Das Verhalten des Bodens gegen Wärme 10
4. Die Bodenthätigkeit 14

Die Bodenuntersuchung.

1. Die Abscheidung der Bodenconstituenten 16
   1. Die mechanische Analyse 16
   2. Bestimmung der kohlensauren alkal. Erden, Humusbestimmung, Glühverlust 34
2. Die Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse . . . 46

Die Klassification des Bodens 49

1. Die Gruppe der Thonböden 60
2. Die Gruppe der Lehmböden 64
3. Die Gruppe der Kalkböden 76
4. Die Gruppe der Sandböden 79
5. Die Gruppe der Schuttböden 82

Die agronomische Kartirung.

1. Allgemeines 91
2. Die geognostischen Verhältnisse des Rittergutes Crimderode und die aus denselben resultirende Terrain- und Bodenbeschaffenheit 101
3. Practische Folgerungen 129

Schlußbetrachtungen 134

Anhang.

1. Specielle analytische Methoden.
   1. Die mechanische Analyse mit dem Schoene'schen Schlämmapparate 143
   2. Die bei den chemischen Analysen in Anwendung gebrachten Methoden 146
2. Analytische Belege 148

Bemerkungen zur Karte 160

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

In dem Kreislauf des Stoffes, den wir in der Natur beobachten, tritt uns das Gebilde, welches wir Boden nennen, in einer Bedeutung entgegen, die auch von der Mehrzahl derer, welche selbst den Boden bebauen und deren Wohl oder Wehe in hohem Maße von seiner natürlichen Beschaffenheit und seiner richtigen d. h. naturgemäßen Behandlung abhängig ist, keineswegs genügend gewürdigt wird. Es dürfte daher wohl angebracht sein, einer Arbeit über Bodenuntersuchung eine kurze Erörterung der Frage, was ist Boden? voranzuschicken.

Boden nennen wir den erdigen Detritus, welcher durch den Verwitterungsproceß aus dem festen Gestein entsteht und entweder als Verwitterungskruste direct dem Muttergestein, aus dem er hervorgegangen, auflagert, oder durch Wasserkraft fortgeschwemmt, auf secundärer Lagerstätte angetroffen wird, das Hangende eines Gesteins bildend, welches zu seiner Zusammensetzung das Material nicht geliefert hat. Den dem Muttergestein auflagernden Boden nennen wir Verwitterungsboden, während wir den auf secundärer Lagerstätte befindlichen als angeschwemmten Boden, Schwemmboden bezeichnen.

Die angedeutete Art der Bodenbildung, wie wir sie heute noch beobachten, hat bereits in früheren Erdepochen stattgefunden; durch Druckverhältnisse während langer Zeiträume, sowie durch Infiltration verkittender Lösungen (Lösungen von Kalk, Eisenverbindungen, Kieselsäure ꝛc.) sind dann die nrsprünglich erdigen Ablagerungen vielfach zu festem (deuterogenem) Gestein erhärtet, eine Metamorphose, welcher auch die Schwemmböden der Gegenwart entgegengehen. Die Gesteinsmetamorphose, welche wir Boden nennen, muß also als ein nothwendiges Vermittelungsglied bei der Bildung der deuterogenen Gesteine aus den Primitivgesteinen angesehen werden.

Man wird demnach den Begriff Boden definiren können als gewesenes festes Gestein, welches sich auf der Wanderung befindet wiederum festes Gestein zu werden. Der Verwit-

terungsboden befindet sich in der ersten, der Schwemmboden in der zweiten Phase der Umwandlung[1]).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß wir in der mechanischen und stofflichen Umwandlung des Bodens einen speciellen Ausdruck der Gesteinsmetamorphose vor uns haben, und mit dieser Erkenntniß ist bereits ein grundlegender wissenschaftlicher Ausgangspunkt für die Bodenuntersuchung gegeben.

Ist die Rolle, welche dem Boden im Proceß der Gesteinsmetamorphose zugewiesen ist, bereits als eine höchst wichtige zu bezeichnen, so ist die weitere Stellung desselben im Haushalte der Natur, als Vermittler der Entwickelung des organischen Lebens aus der anorganischen Materie eine wahrhaft großartige zu nennen: nur in der Form des Zerfalles, welche wir Boden nennen, vermag das Gestein eine üppige Pflanzendecke zu erzeugen; fehlte unserer Erde die Verwitterungskruste, so wäre dieselbe ein ödes Eiland ohne schattige Wälder, üppige Felder und grünende Fluren; und mit der Existenz der Pflanzenwelt wäre selbstverständlich auch die der Thierwelt, sowie die des Menschen ausgeschlossen.

Seine innige Beziehung zur Pflanzenwelt ist es, durch welche der Boden und seine Erkenntniß für den Land- und Forstwirth eine tiefgehende Bedeutung gewinnt. Der Land- und Forstwirth betrachtet den Boden als Mittel zur Production von Pflanzensubstanz; er muß daher bestrebt sein, die in der natürlichen Beschaffenheit desselben begründete Ertragsfähigkeit möglichst genau zu erkennen und durch geeignete Kulturmittel ständig zu steigern. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, bezeichnet man den Boden als Kulturboden.

Als Ausgangspunkt für die Bodenuntersuchung wurde der Natur des Bodens entsprechend, das Studium der Gesteinsmetamorphose in einer gewissen Richtung hingestellt; die specielle Richtung, in welcher wir vorzugehen haben, wird mit dem Ziel gegeben, welches anzustreben die Aufgabe unserer angewandten Wissenschaft ist. Es ist dies die Ermittelung des Kulturwerthes des Bodens und die Auffindung der Mittel zur Hebung desselben.

Dieses anzustrebende Ziel muß nothwendig zu der Frage führen: welche Anforderungen stellt der Landwirth an den Boden?

In agronomischer Beziehung ist der Boden aufzufassen:

1. als Standort (Wohnung) der Pflanzen;
2. als Reservoir der Pflanzennährstoffe einerseits und als Laboratorium zur Umwandlung der durch Düngung und Atmosphäre in denselben gelangenden Pflanzennährstoffe in eine für die Pflanzen assimilirbare Form andrerseits;

1) Vom petrographischen Gesichtspunkte aus kann man den Boden auch als eine selbstständige Gesteinsgruppe von „erdiger Structur" auffassen.

3. als directe Nährstoffquelle.

Bei der Bodenuntersuchung für agronomische Zwecke wird es wesentlich darauf ankommen, zu entscheiden, inwieweit ein in Frage kommender Boden diesen an ihn zu stellenden Anforderungen genügt.

Der Werth eines Bodens als Standort für die Pflanzen ist in erster Linie abhängig von seiner physikalischen Constitution; ist einerseits ein gewisser Grad von Bindigkeit erforderlich, um den Pflanzen einen festen, sicheren Standort zu gewähren, so muß andrerseits doch auch insoweit Lockerheit vorhanden sein, daß den Pflanzenwurzeln ein bequemes Eindringen ermöglicht ist. Selbstverständlich kommt hier nicht allein die physikalische Constitution der oberen Bodenschicht in Frage, sondern es muß auch auf die tieferen Bodenschichten, auf die Untergrundverhältnisse, auf die Lagerung Rücksicht genommen werden [1]). Ob der Boden nach der Tiefe zu gleichartig oder ungleichartig, ob er tiefkrumig oder flachkrumig ist u. s. w., das sind Momente, die für den Bodenwerth in dieser Hinsicht entscheidend sind. Außerdem ist die physische Lage zu berücksichtigen, ebene und geneigte Lage treten hier zunächst in Gegensatz; bei geneigter Lage ist die Größe des Neigungswinkels in Betracht zu ziehen, insonderheit ob derselbe so stark ist, daß ein Abrutschen des losen Bodens, somit Flachkrumigkeit die Folge sein muß. Endlich ist auch auf die Himmelsrichtung der Neigung, die besonders auf den Grad der Insolation sowie auf die Wirkung der Winde von Einfluß ist, Rücksicht zu nehmen.

Um Aufschlüsse über den Bodenwerth in der beregten Hinsicht zu erhalten, werden jedoch specielle Untersuchungen und Beobachtungen kaum zu machen nothwendig sein, dieselben werden vielmehr in den weit umfassenderen Untersuchungen und Beobachtungen gegeben sein, welche die Beantwortung der zweiten Frage, in wieweit ein Boden den Zwecken als Reservoir der Pflanzennährstoffe und als Laboratorium zur Umwandlung derselben in eine assimilationsfähige Form zu dienen entspricht, erfordert.

Für den Bodenwerth in dieser Richtung sind vor Allem die folgenden Momente maßgebend:

1. das Verhalten des Bodens gegen Wasser;
2. das Verhalten des Bodens gegen Nährstofflösungen (das sogen. Absorptionsvermögen);
3. das Verhalten des Bodens gegen Wärme;

---

1) Von der physikalischen Constitution der einzelnen Schichten und ihrer Anordnung (Lagerung) sind auch die Grundwasserverhältnisse abhängig, die den Werth des Bodens sowohl in seiner Eigenschaft als Standort wie auch in der als Nahrungsmagazin für die Pflanzen beeinflussen.

4. die zum großen Theile aus den vorgenannten Eigenschaften resultirende Bodenthätigkeit.

Die Ursachen, von denen diese gewöhnlich als physikalische Bodeneigenschaften zusammengefaßten Erscheinungen abhängig sind, sollen im nächsten Abschnitte im Zusammenhange besprochen werden, hier mag nur noch eine Bemerkung Platz finden, in wieweit sich der Werth des Bodens als directe Nährstoffquelle für die Pflanzen ermitteln läßt.

Eine genügende Beantwortung dieser Frage gestattet leider der augenblickliche Stand unserer Wissenschaft nicht. Es würde darauf ankommen, einmal den gesammten im Boden enthaltenen Nährstoffvorrath zu bestimmen, ferner die Menge und Qualität der assimilationsfähigen Stoffe zu ermitteln; schließlich würde es noch wünschenswerth sein, über den Grad der Löslichkeit der nicht assimilationsfähigen Stoffe Auskunft zu erhalten. Die Ermittelung des Gesammtgehaltes eines Bodens an Nährstoffen ist noch am leichtesten ausführbar — die Genauigkeit wird allerdings durch die Schwierigkeit der richtigen Probenahme beeinträchtigt —; die Ermittelung der assimilirbaren Stoffe scheitert jedoch an der Unzulänglichkeit der analytischen Methode. Wir wissen noch nicht, in welcher Form die Nährstoffe von den Pflanzen assimilirt werden können, und diese traurige Wahrheit schließt bereits ein, daß wir auch noch keine Methode zur Abscheidung der assimilirbaren Stoffe besitzen können; bis jetzt läßt sich nur vermuthen, daß mit der leichteren Löslichkeit und der feineren Vertheilung der Nährstoffe im Boden die leichtere Assimilationsfähigkeit Hand in Hand geht.

Auf eine exacte Beantwortung dieser Frage müssen wir demnach augenblicklich verzichten und uns vorwiegend auf die genaue Untersuchung der sogen. physikalischen Eigenschaften beschränken. Die Letztgenannten influiren aber auch auf den Kulturwerth eines Bodens in weit höherem Maße als der Gehalt desselben an Pflanzennährstoffen. Man bedenke nur, daß auf einem nährstoffarmen aber physikalisch günstig beschaffenen Boden die Kultur im Princip nicht ausgeschlossen ist. Es ist nicht selten wirthschaftlich gerechtfertigt [1]), einem Boden sämmtliche zu den Ernten erforderlichen Nährstoffe zuzuführen, sobald die physikalische Beschaffenheit eine derartige ist, daß die Düngstoffe eine intensive Ausnutzung erfahren, während sich eine ungünstige physikalische Bodenbeschaffenheit meistens nur schwierig und häufig gar nicht mit wirthschaftlich zu rechtfertigenden Mitteln (z. B. Drainage, Tiefkultur ꝛc.) ändern läßt.

1) Man bedenke, daß in vielen rentablen Wirthschaften für werthvolle, in hohem Preise stehende Pflanzennährstoffe wie z. B. Phosphorsäure voller Ersatz geleistet wird.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Die Eigenschaften des Kulturbodens.

Bereits von Schübler ist erkannt und in der Neuzeit mannichfach, namentlich von Ad. Mayer schärfer präcisirt, daß die einzelnen wichtigen Bodenbestandtheile, welche, je nach dem Mengenverhältniß, in welchem sie an der Zusammensetzung des Bodens participiren, für die Constitution desselben maßgebend und daher als Constituenten bezeichnet worden sind, sich bezüglich ihrer Eigenschaften verschieden verhalten. Die Wissenschaft hat demnach die doppelte Aufgabe, die Eigenschaften dieser Constituenten eingehender zu studiren und Abscheidungsmethoden derselben aus dem Boden auszuarbeiten. Nur, wenn in dieser Weise vorgegangen wird, können wir dahin gelangen, auf analytischem Wege practisch brauchbare Resultate zur Beurtheilung des Bodenwerthes zu erzielen.

In dem vorliegenden Abschnitte wird der Schwerpunkt darauf gelegt, auf Grund unserer gegenwärtigen Kenntnisse die Abhängigkeit der Bodeneigenschaften von einzelnen Constituenten nachzuweisen.

1. Das Verhalten des Bodens gegen Wasser.

Hinsichtlich des Verhaltens des Bodens gegen Wasser kommen vor Allem zwei Kräfte in Betracht, die sich einander entgegenwirken: die Schwerkraft und die Capillarität. Das auf die Bodenoberfläche gelangende Wasser hat dem Gesetze der Schwere folgend das Bestreben, soweit ihm nicht bei geneigter Lage ein Abfluß auf der Oberfläche ermöglicht ist, durch die tieferen Schichten hindurch nach abwärts zu fließen; je größer nun die Menge nicht capillarer Hohlräume im Boden ist, desto leichter wird derselbe dem Wasser einen Abfluß in die tieferen Schichten gestatten, je mehr die Hohlräume dagegen capillarer Natur sind, desto undurchlässiger wird der in Frage kommende Boden sein.

Die Capillaren befähigen den Boden, das in tieferen Schichten befindliche Wasser (Grundwasser) in größerer Menge in sich aufzunehmen,

es zu heben und so den höheren Bodenschichten, in denen die Wurzelverbreitung vorwiegend stattfindet, zuzuführen [1]).

Wie wichtig ein Ausgleich im Vorhandensein von capillaren und nicht capillaren Hohlräumen für den Kulturwerth eines Bodens ist, leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß nur das capillar festgehaltene Wasser der Vegetation günstig, daß dagegen jedes Plus derselben schädlich ist und deswegen auch in praxi durch Entwässerung (Drainage) entfernt werden muß.

Außerdem ist hier noch zu erwähnen das Condensationsvermögen des Bodens für den in der Atmosphäre befindlichen Wasserdampf, welche Eigenschaft, soweit sie nicht durch directe Beimengung hygroscopischer Stoffe — besonders Chlorverbindungen — bedingt wird, ebenfalls auf die Capillarität zurückzuführen ist und von der Menge und Feinheit der vorhandenen Capillaren abhängt [2]).

Als Constituenten, von denen die Capillaritätsverhältnisse und damit das Verhalten des Bodens gegen Wasser wesentlich abhängig sind, sind zu betrachten: der Thon, die Sande und der Humus.

Wenngleich bereits von Schübler und in der Neuzeit besonders von Ad. Mayer [3]), v. Klenze [3]) u. A. verdienstvolle Untersuchungen

---

1) Wie wichtig die Beobachtung dieser Verhältnisse für eine richtige Bodenbearbeitung ist, mag an folgendem Beispiele erläutert werden. Ist der Boden vor der Saat durch Pflug und Egge gelockert und geebnet, so prävaliren die nicht capillaren Hohlräume vor den capillaren in um so höherem Maße, je leichter und schüttiger der Boden ist. Folgt der Saat die Walze, so werden durch den Druck derselben die Hohlräume verkleinert, mehr Capillaren erzeugt. Der Boden vermag also aus tieferen Schichten Wasser an die Oberfläche zu heben und den jungen Pflanzenwurzeln zuzuführen: er hält sich frischer.

Das an die Oberfläche gelangende Wasser hat nun aber das Bestreben zu verdunsten, wodurch eben selbst der undurchlassendste Boden mit der Zeit austrocknet. Die Verdunstung des Wassers wird vermindert, wenn man den zugewalzten Boden wieder aufeggt. Die Capillaren werden in der oberen Schicht zum großen Theile durch die Egge zerrissen; das Wasser wird in Folge dessen hauptsächlich nur bis zu der Höhe gehoben, in welcher die Egge nicht mehr gewirkt hat; die Hebung bis zu dieser Höhe genügt jedoch, um die jungen Wurzeln mit Feuchtigkeit zu versorgen, während zugleich die auflagernde Erdschicht das Wasser vor Verdunstung schützt. Die Folge ist: der Boden hält sich länger frisch.

2) Während man in früherer Zeit dem Condensationsvermögen des Bodens für Wassergas große Wichtigkeit für die Vegetation beimaß, ist durch neuere Arbeiten der Nachweis geliefert, daß die Bedeutung dieser Bodeneigenschaft für die Vegetation von früheren Autoren überschätzt ist. Vgl. A. Mayer in Fühlings landw. Zeitung 1875 S. 92.

3) Vgl. Ad. Mayer, Lehrbuch der Agriculturchemie 2. Aufl. II. Thl. S. 132 ff. und v. Klenze, über capillare Wasserleitung im Boden ꝛc. Landw. Jahrbücher 1877. S. 83 ff.

angestellt sind, die einzelnen Bodenconstituenten hinsichtlich ihres Verhaltens zum Wasser zu studiren, so darf doch nicht verkannt werden, daß unsere Kenntniß in der Richtung den Anforderungen, welche die Bonitirung stellen muß, noch keineswegs genügt. Eine Hauptschwierigkeit liegt jedenfalls in der reinen Darstellung der Constituenten. So ist es bekanntlich bis jetzt weder auf chemischem noch auf mechanischem Wege gelungen, absolut reinen Thon, kieselsaures Thonerdehydrat, zum Zwecke des Experimentirens darzustellen; sondern es ist mit Gewißheit anzunehmen, daß die bislang angewandten Thonmaterialien stets von feinem Mineralstaub, vielfach sogar von gröberen Sanden verunreinigt waren. Die reinsten Thonsubstanzen wandten Ad. Mayer (gepulverten Thonstein, staubfein — 0,3 Mm. Korngröße) und v. Klenze (geschlämmten Kaolin) an.

Lassen nun auch die angewandten Untersuchungsmaterialien bezüglich ihrer Reinheit, Manches zu wünschen übrig, so muß doch anerkannt werden, daß die mit demselben ausgeführten Untersuchungen eine Reihe für die Praxis werthvoller Resultate ergeben haben, die in ihren wesentlichen Punkten in den folgenden Zeilen kurz wiedergegeben werden sollen.

Der Thon schließt in seiner Masse eine große Menge sehr enger capillarer Hohlräume ein, in Folge dessen vermag er viel Wasser (etwa das 60—80fache seines Gewichtes) in sich aufzunehmen und vor Verdunstung längere Zeit zu schützen. Außerdem befähigen ihn die zahlreichen, engen Capillaren das Wasser ziemlich hoch zu heben; er ist also im Stande, aus eventuell tiefer liegenden wasserreichen Schichten in trockenen Zeiten Wasser an die Oberfläche zu befördern, die Pflanzen mit Feuchtigkeit zu versehen. Dagegen ist die Thonsubstanz, eben weil die in ihr vorhandenen Hohlräume sämmtlich die engsten Capillaren sind, nicht im Stande, auf ihre Oberfläche gelangtes Wasser hindurchzulassen.

Für die Sande ist mehr die Korngröße der einzelnen Mineralindividuen, als die Qualität auf das Verhalten gegen Wasser von Einfluß. Es ist dies auch vollkommen erklärlich, da ja auch hier nur das Verhältniß der capillaren zu den nicht capillaren Hohlräumen maßgebend ist. Die Qualität der einzelnen Gesteinspartikeln kann nur in soweit in Frage kommen, als dieselbe auf den Erhaltungszustand von Einfluß ist; es ist selbstverständlich, daß ein Sand, dessen Individuen aus porösem Kalk, porösem Buntsandstein ꝛc. bestehen, in Folge dieser porösen Beschaffenheit seiner Elementarbestandtheile mehr Capillaren einschließen muß, als ein aus festen Kalk-, Feldspath-, Glimmer- oder Quarzpartikeln zusammengesetzter Sand gleicher Korngröße.

Im Uebrigen ist nur die Korngröße des Sandes von Einfluß, je größer die einzelnen Mineralindividuen, desto größer und zahlreicher müs-

sen auch die nicht capillaren Hohlräume sein, ein Feinerwerden des Kornes bedingt auch zahlreichere und feinere Capillaren.

Der feine Mineralstaub[1]) zeigt zwar nicht die hohe Wassercapacität der Thonsubstanz, er vermag kaum 30 Gewichtsprocente Wasser in sich aufzunehmen, hebt dasselbe jedoch ebenfalls hoch und zwar schneller als der Thon. Diese Eigenschaften finden ihre Begründung zweifellos darin, daß durch die Aufeinanderlagerung der Staubpartikeln zwar noch Capillaren, aber von größerer Weite und in geringerer Anzahl entstehen, als sie sich in der Thonsubstanz finden. Bezüglich der Schnelligkeit das Wasser zu heben scheint in einer gewissen Weite der Capillaren ein Optimum zu liegen: sowohl mit der Verengerung als mit der Erweiterung über dieses Optimum hinaus verringert sich die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser gehoben wird. Das größere Lumen befähigt aber die Capillaren des Mineralstaubes, sobald durch von oben her drückendes Wasser die Capillarkraft überwunden wird, zugleich als Abzugscanäle zu dienen[2]), sodaß der feine Mineralstaub, bezüglich seines Verhaltens zum Wasser als der günstigste Bodenconstituent zu betrachten ist, der sich sowohl gegen Trockenheit als auch gegen ein Uebermaß von Nässe vermöge seiner Constitution zu schützen vermag.

Mit dem Gröberwerden des Kornes nimmt selbstverständlich die Capillarität und Wassercapacität ab, und wächst die Zahl und Größe der nicht capillaren Hohlräume. Nach v. Klenze vermochte Quarzsand von 0,74—0,3 Mm. Korngröße das Wasser binnen 9 Tagen nur 11,4 Cm. hoch zu heben, solcher von 1,18—0,74 Mm. Korngröße hob dasselbe in der entsprechenden Zeit nur 7,4 Cm. hoch, solcher von 2,5—1,18 Mm. Korngröße nur 3,8 Cm., während Kaolin in derselben Zeit das Wasser 50 Cc. hoch gehoben hatte und für Quarzstaub von 0,3 Mm. bis zur Unmeßbarkeit sogar nur 8 Tage erforderlich waren, um das Wasser 96 Cm. hoch zu heben.

Am unbekanntesten bezüglich seiner Eigenschaften ist bis jetzt der Humus. Man weiß bekanntlich kaum mehr von der Natur dieses Bodenconstituenten zu sagen, als daß derselbe aus zersetzter organischer Substanz besteht, und daß man den durch Zersetzung bei Luftzufuhr entstandenen „guten Humus“ dem bei Luftabschluß entstandenen sauren Humus (Moor und Torf) gegenüberzustellen hat. Wenngleich der hohe Kulturwerth des guten Humus ebensowenig anzuzweifeln ist als der geringe des

1) v. Klenze benutzte zu seinen Versuchen Quarzstaub, Kalkstaub ꝛc. von 0,3 Mm. bis zur Unmeßbarkeit.

2) Sowohl von der schnellen capillaren Hebung des Mineralstaubes als auch von seiner Durchlässigkeit, kann man sich sehr leicht durch ein einfaches Experiment überzeugen.

sauren, so ist ein genügend gründliches Studium der Eigenschaften der Humussubstanzen schon aus dem Grunde bis jetzt nicht möglich gewesen, weil die Isolirung resp. künstliche Darstellung derselben zum Zwecke des Experimentirens bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Wie für die meisten Untersuchungen, so diente auch für die zum Zwecke des Studiums des Verhaltens des Humus gegen Wasser gepulverter Torf. Man darf jedoch nicht vergessen, daß man keineswegs berechtigt ist, Torf, also sauren Humus mit gutem Humus zu identificiren und es sind die erlangten Resultate, so lange wir nicht in der Lage sind, guten Humus rein herzustellen, jedenfalls auf indirectem Wege durch Operiren mit an gutem Humus reichen Böden zu controlliren. Die bis jetzt ausgeführten Untersuchungen scheinen mir, soweit die Wasserleitung des Humus in Frage kommt, noch nicht zu einem für practische Zwecke einigermaßen genügendem Resultate geführt zu haben; zweifellos dürfte jedoch die hohe wasserfassende Kraft des Humus, sowie seine damit in Beziehung stehende Hygroscopicität erwiesen zu sein, welche die des Thones noch weit übertrifft. Der Humus vermag bis zu 180 Gewichtsprocenten Wasser in sich aufzusaugen, was, wenn man die Porosität der in Zersetzung begriffenen Cellulose erwägt, auch nicht befremden kann. —

2. Das Verhalten des Bodens gegen Nährstofflösungen.

Nächst dem Verhalten des Bodens gegen Wasser kommt sein Verhalten gegen Nährstofflösungen, das sogen. Absorptionsvermögen in Frage. Es ist besonders deswegen wichtig, die Momente, welche auf diese Bodeneigenschaft influiren, richtig zu erkennen, weil für den Werth eines Bodens als Reservoir für die Pflanzennährstoffe sein Absorptionsvermögen vorwiegend maßgebend ist. Nur ein Boden, welcher ein hohes Absorptionsvermögen besitzt, kann eine seltene, reichliche Düngung wirthschaftlich verwerthen, dagegen wird auf einem Boden von geringem Absorptionsvermögen eine schwächere, häufiger wiederkehrende Düngung angezeigt sein.

Wir wollen hier nur die für die Düngerberechnung wichtigen Pflanzennährstoffe, Phosphorsäure, Kali und Ammoniak in Betracht ziehen, da die übrigen ja entweder nur in geringeren Mengen von den Pflanzen gefordert werden oder in erheblicher Menge im Boden enthalten sind, kurz das Absorptionsvermögen derselben für den Standpunkt des Practikers kaum von Wichtigkeit sein dürfte.

Seit Rautenbergs[1]) grundlegenden Untersuchungen, die ja durch

1) Journal für Landwirthschaft Jahrgang 1862, S. 405.

zahlreiche Arbeiten erweitert und im Wesentlichen nur bestätigt sind, dürfte es wohl kaum noch angezweifelt werden, daß die Absorptionserscheinungen größtentheils auf chemische Processe zurückzuführen sind. Das in der Chemie so massenhaft beobachtete Bestreben der einzelnen Körper, sich aus Lösungen, sobald die Bedingungen dazu gegeben, als unlösliche Verbindungen auszuscheiden, macht sich auch hier geltend. Freilich verbinden sich dabei die Körper nicht selten den stärksten Affinitäten entgegen miteinander; doch ist das eine Erscheinung, die wir, wenn die Einwirkung eine allmähliche, nicht zu massenhafte und die Temperatur eine nicht zu hohe ist, häufiger finden, und von der uns der Verwitterungsproceß eine große Anzahl Beispiele liefert.

Es sind denn auch gewisse Stoffe und Stoffgruppen — Bodenconstituenten —, welche die Absorption der einzelnen Nährstoffe bedingen; und zwar fand Rautenberg, daß die Absorption der Phosphorsäure wesentlich abhängig ist vom Gehalte eines Bodens an Thonerde, an Eisenoxyd und an kohlensaurem Kalk, Basen, welche bekanntlich mit der Phosphorsäure unlösliche Verbindungen eingehen.

Zur Absorption der Basen, insonderheit des Kalis ist die Gegenwart durch Säuren leicht zersetzbarer, wasserhaltiger Silicate, zeolithartiger Mineralien erforderlich; die löslichen Kalisalze tauschen mit den in Wasser unlöslichen Silicaten ihre Basen aus, es bildet sich schwerlösliches kieselsaures Kali, während die Base des Silicates (Kalk, Magnesia, Natron) mit der Mineralsäure in Verbindung tritt und in Lösung geht. Auch das Ammoniak scheint, soweit es an Mineralsäuren gebunden ist, in ähnlicher Weise[1]) absorbirt zu werden; die kaustische Base sowie das Carbonat wird allerdings wohl zumeist mechanisch durch Flächenattraction zurückgehalten; und es ist in dem Falle die Thonsubstanz, in weit höherem Grade aber der Humus, von denen die mechanische Absorption des Ammoniaks abhängt. —

Als für das Absorptionsvermögen des Bodens besonders wichtige Constituenten sind demnach aufzufassen:

Thon, Eisenoxydhydrat, kohlensaurer Kalk, zeolithartige Mineralien und Humus.

3. Das Verhalten des Bodens gegen Wärme.

Der jedem Landwirth bekannte Unterschied zwischen warmem und kaltem Boden ist auch für Bonitirungszwecke wichtig. Dabei wird es

1) Bei Magnesiareichen Böden wird bei gleichzeitiger Düngung von Ammoniak und Phosphorsäure auch durch Bildung von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia z. Th. die Absorption beider Körper vor sich gehen.

sich jedoch in der Regel um Wärmedifferenzen in Schichten geringer Mächtigkeit in gleicher geographischer Lage also auch unter annähernd gleichen klimatischen Verhältnissen handeln. — Directe Temperaturmessungen, wie sie für diesen Zweck vorgeschlagen sind, sind nur äußerst schwierig in der nöthigen Anzahl und mit der erforderlichen Genauigkeit auszuführen, so daß, wenn auch sowohl im practischen wie im wissenschaftlichen Interesse ein derartiges Vorgehen im Auge zu behalten ist, wir doch vorläufig in der Mehrzahl der Fälle darauf angewiesen sein werden, uns auf andre Weise Aufschluß über die Wärmeverhältnisse im Boden zu verschaffen.

Die bereits vorliegenden Temperaturmessungen gestatten noch keineswegs Gesetze zu abstrahiren, wie wir sie zur Anwendung auf concrete Fälle brauchen. — Nur die gröbsten Unterschiede sind bis jetzt erforscht.

Im Allgemeinen können wir bezüglich der täglichen Schwankungen wohl annehmen, daß die obersten Bodenschichten bei Tage wärmer und bei Nacht kälter sind als das sie umgebende Luftmedium, was ja bereits in der Thatsache, daß sämmtliche Bodenconstituenten bessere Wärmeleiter sind als die Luft, eine geringere specif. Wärme haben, seine Erklärung findet. Wir wissen, daß tägliche wie monatliche Schwankungen sich in um so größerer Tiefe geltend machen, je mehr wir uns den Polen nähern. Während sich in den Tropen die Schwankungen in der Bodentemperatur nur auf 1 Fuß Tiefe erstrecken, finden wir in unseren Breiten erst bei etwa 30 Meter Tiefe eine constante Temperatur [1]).

Meister hat durch seine Untersuchungen nachgewiesen, daß in der Gegend von Weihenstephan noch in 6 Fuß Tiefe recht erhebliche monatliche Temperaturschwankungen (größte Differenz 3,45° R. im März und 10,44° R. im September) stattfinden.

Sämmtliche in der Richtung gemachten Beobachtungen können uns für unseren Zweck wenig nützen, einmal, weil sie nicht zahlreich genug sind, ferner weil gewöhnlich die untersuchten Böden bezüglich ihrer Zusammensetzung, ihrer Lagerung und Lage ꝛc. nicht genügend characterisirt sind.

Für unseren Zweck können erst feinere Unterschiede höheren Werth gewinnen; es handelt sich darum, womöglich das verschiedene Verhalten zweier benachbarter Ackerstücke gegen Wärme, besonders in den für die Vegetation wesentlichen Tiefen (von der Oberfläche bis zu etwa 2—3 Meter Tiefe) genau zu ermitteln; es handelt sich weiter darum, die Ursachen

1) In dem berühmten Keller des Pariser Observatoriums zeigt bekanntlich ein in 27,6 Meter Tiefe angebrachtes Thermometer fast constant 11,82° C.

dieser verschiedenen Wärmeverhältnisse zu erforschen, um womöglich wenigstens bis zu einem gewissen Grade die Temperatur reguliren zu können.

Die einzige Zuflucht, welche uns hier wenigstens einige, wenn auch noch spärliche Hülfsmittel an die Hand giebt, ist wiederum ein Zurückgehen auf die Bodenconstituenten.

Da wir annehmen müssen, daß die Bodenschichten, soweit sie der Kultur dienen, ihre gesammte Wärme, mit Ausnahme des Wärmequantums, welches durch die Zersetzungsprocesse im Boden selbst erzeugt wird, von der Sonne direct empfangen, so wird es von der spec. Wärme der den Boden zusammensetzenden Constituenten abhängen, ob eine Bodenschicht kalt oder warm ist.

Pfaundler[1]) ist der Erste, welcher exacte Untersuchungen über die spec. Wärme einiger Böden, sowie auch der wichtigsten Constituenten ausgeführt hat. Das Wasser = 1 gesetzt schwankt nach seinen Untersuchungen die spec. Wärme bei verschiedenen Erden von 0,19—0,5 (0,19 Quarz, Bergkrystall; 0,2 Kalkspath; 0,5 Humus, Torf).

In der Neuzeit sind Versuche über die Wärmecapacität der wichtigsten Bodenconstituenten von C. Lang[2]) in München angestellt, welche die Pfaundler'schen Resultate bestätigen und erweitern. Lang fand als Mittelzahlen für die specif. Wärme, bezogen auf das Gewicht:

Quarzsand	0,194—0,209
Marmorpulver	0,214
Kaolin	0,233
Torf	0,477

Die Mineralstoffe haben demnach sämmtlich eine nur geringe spec. Wärme, dieselbe beträgt nur $^1/_5$ bis $^1/_4$ von der des Wassers. Das Wasser wirkt aber nicht nur in Folge seiner hohen specif. Wärme direct calorisch hindernd, sondern auch noch dadurch erkältend, daß es die zu seiner ständig stattfindenden Verdunstung erforderliche Wärme den umgebenden Medien, also auch dem Boden entzieht, daß es ferner dem Ein-

1) Poggend. Annalen Bd. 129, S. 102 ff.

2) C. Lang, Ueber Wärmecapacität der Bodenconstituenten, in Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik 1878. Band I, S. 109 ff. Auf das Volumen bezogen differirt nach Lang die spec. Wärme der verschiedenen Constituenten erheblich weniger; es gestalten sich da die Zahlen folgendermaßen:

Quarzsand	0,517
Marmor	0,582
Kaolin	0,576
Torf	0,651

Da jedoch die Abscheidung der Constituenten (die Bodenanalyse) jetzt noch immer nach Gewichtsprocenten erfolgt, erscheint es mir zweckmäßig, auch die Größen der Wasser-, Wärmecapacität ꝛc. auf das Gewicht zu beziehen.

bringen des atmosphärischen Sauerstoffs hinderlich ist und dadurch den normalen, lebhaften Verlauf der Zersetzungsprocesse im Boden beeinträchtigt, die ja auch als Wärmequelle nicht zu unterschätzen sind. In dem Verhalten des Bodens gegen Wasser dürfte also zum großen Theil die Bodenwärme wie die Bodenkälte begründet sein, und es stimmt dies ja auch mit der Ansicht der Practiker überein, die einen nassen Boden stets auch als kalt, einen trocknen in der Regel als warm bezeichnen.

Nächst dem Wasser besitzt der Humus die geringste spec. Wärme; doch ist dieselbe nur halb so groß als die des Wassers. Außerdem ist guter Humus bei normaler Bodenthätigkeit durch seine allmähliche Oxydation zu Kohlensäure eine ständige Wärmequelle. Nach Andrews[1]) erzeugt jedes Grm. Kohlenstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlensäure 7678 Wärmeeinheiten. Ist nun auch anzunehmen, daß jedes Grm. Kohlenstoff, welches in Form von Humus im Boden gefunden wird, nicht die volle Anzahl Wärmeeinheiten erzeugt, sondern muß vielmehr das bereits eingetretene Oxydationsstadium[2]) in Rechnung gezogen werden, so leuchtet doch aus der angeführten Zahl ein, daß der Werth eines hohen Gehaltes an gutem Humus für einen Ackerboden nicht zum geringsten Grade in seiner Eigenschaft als Wärmequelle zu suchen ist[3]).

Außerdem wird noch die Farbe des Bodens zu berücksichtigen sein. Bereits Schübler und in den letzten Jahren auch Gasparin haben gefunden, daß sich die gleichen Materialien mit schwarzer Oberfläche weit stärker etwa 6 bis 8 Grad bei der gleichen Lufttemperatur erwärmen, als wenn die Oberfläche weiß gefärbt ist. —

Auch um über das Verhalten des Bodens gegen Wärme ein Urtheil zu gewinnen würden demnach die Constituenten in Betracht zu ziehen sein. Allerdings bin ich der Ansicht, daß durch zahlreiche directe Temperaturmessungen unsere Kenntnisse in der Richtung wesentlich erweitert werden können, doch müssen dieselben selbstverständlich äußerst penibel ausgeführt und auf die Lage und Lagerung des Bodens, sowie auf die Constitution der einzelnen Schichten, insonderheit auf das Verhalten derselben gegen Wasser Rücksicht genommen werden.

---

1) Poggd. Annalen Bd. LXXV, S. 38 ff.

2) Der Humus gelangt ja nicht als Kohlenstoff, sondern zum großen Theil in Form von Cellulose in den Boden.

3) Von den Mineralstoffen muß dem Kalk, welcher ja auch auf den Verlauf der chemischen Processe im Boden von günstigem Einfluß ist, eine besondere Bedeutung für die Steigerung der Bodenwärme zugeschrieben werden.

4. Die Bodenthätigkeit.

Als Bodenthätigkeit pflegt man die Energie zu bezeichnen, mit welcher die Zersetzungsprocesse im Boden vor sich gehen. Einen Boden, in welchem dieselben nur sehr langsam vor sich gehen, nennen wir einen trägen Boden, einen solchen in welchem dieselben zu rapid verlaufen, einen hitzigen Boden, einen sogen. „Düngerfresser". Ein normal thätiger Boden ist ein solcher, in welchem eine möglichst gleichmäßig lebhafte Oxydation stattfindet, so daß den Pflanzen stets hinreichende, ihnen zuträgliche Nahrung geboten wird; zugleich schließt der Begriff der normalen Bodenthätigkeit ein, daß der Boden im Stande ist, die durch die Zersetzungsprocesse gebildete Pflanzennahrung, soweit sie nicht momentan von den Pflanzen aufgenommen wird, zu absorbiren und dadurch für spätere Zeit aufzubewahren.

Wenn wir bedenken, daß mäßige Feuchtigkeit, Wärme und die Gegenwart einer genügenden Menge von Sauerstoff die Fundamentalbedingungen jeder normalen Oxydation sind, so leuchtet ein, daß auch für die Art der Bodenthätigkeit die Constituenten maßgebend sein werden, daß je nach der Constitution eines Bodens die Bodenthätigkeit nach dieser oder jener Richtung hin unterstützt werden muß, um sich möglichst normal zu gestalten.

Je mehr die Thonsubstanz in einem Boden prävalirt, desto träger wird der Boden sein. Man wird zunächst bedacht sein müssen, das überschüssige Wasser in geeigneter Weise (Drainage, Wasserfurchen ꝛc.) zu entfernen. Durch wiederholtes, tiefes Pflügen in trocknem Zustande ist er mit möglichst großer Oberfläche mit der Luft in Berührung zu bringen; endlich ist durch starke Düngung mit langstrohigem Stallmist eine energische Zersetzung einzuleiten, so daß durch zahlreiche kleine Explosionen in Folge massenhafter Gasentwickelung der Boden porös wird und der Luft Eintritt gestattet. Ist doch der Thonboden mit einem hohen Absorptionsvermögen ausgestattet, also auch im Stande eine seltene, starke Düngung wirthschaftlich zu verwerthen.

Das andere Extrem ist der thonfreie Sand, wir haben es hier mit hitzigem Boden zu thun, der um so mehr den Namen „Düngerfresser" verdient, je grobkörniger seine Gemengtheile, je mehr also die nicht capillaren Hohlräume die capillaren überwiegen. Ein solcher Boden wird möglichst wenig mit dem Pfluge zu rühren sein, sondern man wird im Gegentheil die Kommunication mit der Luft zu verringern suchen, indem man Sorge trägt, daß der Boden möglichst ständig mit Pflanzen bewachsen ist. Man wird ihn häufig aber schwach düngen, weil er der Poren zu viel aber kein Absorptionsvermögen besitzt, um die schnell gebildete

Pflanzennahrung in größerer Menge zu fixiren. Langstrohiger Stallmist ist hier weniger angebracht als guter Compost, aus humoser und womöglich thoniger Erde bereitet, auch Mergelung mit thonreichen, nur schwach kalkhaltigen Mergeln ist hier ein günstiges Regulativ für die Bodenthätigkeit.

Selbstredend werden, wie bei allen Bodeneigenschaften, auch hier die Lagerungsverhältnisse zu berücksichtigen sein, auch in Bezug auf die Bodenthätigkeit werden zwei übereinander lagernde Bodenschichten von entgegengesetzter Constitution ihre extremen Eigenschaften gegenseitig abschwächen.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Die Bodenunterſuchung.

1. Die Abſcheidung der Bodenconſtituenten.

Bei Beſprechung der Bodeneigenſchaften iſt der Nachweis verſucht worden, daß die für den Kulturwerth eines Bodens wichtigen Eigenſchaften weſentlich von dem qualitativen und quantitativen Verhältniſſe abhängig ſind, in welchem die einzelnen Conſtituenten denſelben zuſammenſetzen; es wird ſich alſo bei der Bodenunterſuchung zunächſt darum handeln, die einzelnen Conſtituenten qualitativ und quantitativ abzuſcheiden.

Als Conſtituent müßte im ſtrengſten Sinne des Wortes jeder zur Zuſammenſetzung des Bodens beitragende Elementarſtoff aufgefaßt werden; aus Zweckmäßigkeitsgründen dürfte jedoch der Begriff etwas anders zu faſſen ſein. Wir bezeichnen als Conſtituenten diejenigen Stoffgruppen, welche nach Maßgabe unſerer augenblicklichen Kenntniſſe die für den Kulturwerth eines Bodens in Frage kommenden Eigenſchaften bedingen.

Die Conſtituenten, von denen, wie wir auf den vorhergehenden Seiten kurz zu begründen verſuchten, die für den Kulturwerth wichtigen Bodeneigenſchaften vorwiegend abhängen, ſind:

1. der Thon (kieſelſaures Thonerdehydrat);
2. Sande verſchiedener Korngröße;
3. Eiſenoxyd;
4. die zeolithartigen Mineralien (in Säuren leicht lösliche Silicate);
5. kohlenſaurer Kalk;
6. Humus;
7. Waſſer.

Die Betrachtung der zur Abſcheidung der vorgenannten Conſtituenten anzuwendenden Methoden ſoll uns im vorliegenden Abſchnitte beſchäftigen.

1. Die mechaniſche Analyſe.

Man hat bereits ſeit langer Zeit die Eigenſchaft des Thones, ſich in einem Ueberſchuß von Waſſer zu ſuspendiren und längere Zeit in

Suspension zu bleiben benutzt, um den Thon auf mechanischem Wege von den sich zu Boden setzenden Sanden zu trennen, welche man dann durch Sieben in Producte von verschiedener Korngröße sonderte. Dies ist das einzige allgemeine Characteristicum, welches sich von der mechanischen Bodenanalyse oder Schlämmanalyse geben läßt. Die speciellen in Anwendung gebrachten Methoden sind sehr verschieden, und durch keine derselben ist es bis jetzt gelungen, von individualisirten Mineralkörpern vollständig freien Thon abzuscheiden. Dieser allen bis jetzt bekannten Methoden anhaftende Mißstand läßt sich jedoch, wie später nachgewiesen werden soll, soweit reguliren, daß trotzdem für die Bonitirung brauchbare Resultate gewonnen werden können; nicht das Gleiche läßt sich von anderen Fehlern sagen, welche den meisten Methoden anhaften. Der wesentlichste Fehler ist, daß die meisten Methoden nicht unter sich vergleichbare Resultate liefern und nun selbstredend nach verschiedenen Methoden ausgeführte Analysen untereinander vollständig unvergleichbar sind. Daher haben denn auch die mechanischen Bodenanalysen so vielfach die traurige Rolle von Lückenbüßern übernehmen müssen; sie standen da, um Papier auszufüllen, und jeder gewissenhafte Arbeiter sah sie mit Mißtrauen und Unbehagen an.

Es sind bekanntlich zwei Principien, auf welche sich die verschiedenen in Anwendung gebrachten Schlämmmethoden zurückführen lassen. Nach dem einen sucht man die Körper durch den Fall in einer Wassersäule (in sogen. Sedimentirapparaten), nach dem anderen durch den continuirlichen Stoß eines Wasserstromes senkrecht von unten (in sogen. Stoß- oder Spühlapparaten) zu trennen. Auch die Combination beider Principien ist versucht worden (v. Bennigsen).

Es ist klar, daß durch einen continuirlich wirkenden Stoß eine intensivere Arbeit geleistet wird als durch den Fall, der außerdem, da die Herstellung genügend hoher Wassersäulen ihre practischen Schwierigkeiten hat, stets in öfterer Wiederholung vor sich gehen muß. Daher ist denn auch für wissenschaftliche Arbeiten den Spühlapparaten vor den Sedimentirapparaten[1]) längst der Vorzug gegeben.

Auf der Agriculturchemikerversammlung i. J. 1864[2]) wurde bekanntlich die Ansicht geltend gemacht, daß vor Allem auf Gleichmäßigkeit der Methode bei der Ausführung der mechanischen Bodenanalyse Gewicht

1) Von den bisher construirten Sedimentirapparaten ist jedenfalls der Kühn'sche Schlämmcilinder schon seiner Einfachheit wegen als der beste zu bezeichnen; derselbe ist für Unterrichtszwecke recht brauchbar, exacte wissenschaftliche Resultate können freilich mit demselben nicht erzielt werden.

2) Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen Band VII. Jahrgang 1865, S. 20.

zu legen sei, und man befürwortete, sämmtliche Analysen mit dem Röbel'schen Spühlapparate auszuführen. Der Röbel'sche Apparat[1]) besteht aus einem System von vier conischen (oder birnförmigen) Trichtern, welche in einem kubischen Größenverhältnisse zu einander stehen: wie $1:8:27:64 = 1_3:2_3:3_3:4_3$. Die Operation des Schlämmens ist die folgende: Man füllt den gekochten Boden in den zweitkleinsten Trichter und läßt durch das ganze System 9 Liter Wasser in 40 Minuten hindurchlaufen; der Auslauf sowohl als die in den einzelnen Trichtern befindlichen Schlämmrückstände werden einzeln eingedampft, getrocknet und gewogen.

Der Nachweis ist nicht schwierig, daß sowohl der Gesichtspunkt, von welchem Röbel ausging, als auch die Methode der Ausführung als unrichtig bezeichnet werden müssen. Est ist selbstverständlich, daß wenn man durch einen Lehmboden in der Zeiteinheit die gleiche Wassermasse hindurchdrückt wie durch einen Thonboden, man den ersteren relativ reiner schlämmen wird als den letzteren. Der methodische Fehler gründet sich auf die Thatsache, daß sich bei Herstellung der Glassachen die Dimensionen nicht mit genügender Genauigkeit einhalten lassen; wir bekommen aus keiner Glasfabrik zwei von der Cilinderform abweichende Glasgefäße von absolut gleicher Form und absolut gleichem Inhalte. Da nun aber die Stromgeschwindigkeit des in Röhren fließenden Wassers das Product ist des Querschnittes und der hindurchfließenden Wassermasse, so werden bei constanter Massermenge und wechselndem Querschnitt die Stromgeschwindigkeiten verschiedene, und in Folge davon müssen die fortgeschlämmten Producte ungleichwerthige sein. Die Anforderung aber, die wir nothgedrungen an die Schlämmanalyse stellen müssen, wenn dieselbe überhaupt für die Bodenuntersuchung von Werth sein soll, ist die, daß wir mittels derselben gleichwerthige Producte abscheiden. Es kommt weniger auf die Anwendung gleicher Methoden als auf die Erlangung gleicher Resultate an; durch Ersteres wird, wenn die Methode an sich nicht besonders zuverlässig ist, Nichts gewonnen, während ein auf verschiedenen Wegen erzieltes Resultat stets an Werth und Zuverlässigkeit gewinnt.

Eine Absonderung gleichwerthiger Producte, die mechanische Trennung der Bodenbestandtheile nach hydraulischen Werthen wird jedoch erreicht mit dem Schöne'schen Spühlapparate[2]). Derselbe besteht be-

---

1) Es scheint mir nothwendig auf den Röbel'schen Apparat soweit einzugehen, weil eine erhebliche Menge mechanischer Analysen zu wissenschaftlichen Zwecken mit demselben ausgeführt sind.

2) Dr. Emil Schöne, Ueber Schlämmanalyse und einen neuen Schlämmapparat. Berlin, Buchhandlung von H. Müller, 1867.

kanntlich aus einem conisch-cilindrischen Trichter. An den 50 Cm. langen conischen Theil schließt sich der 10 Cm. lange cilindrische Schlämmraum an; mittels einer aufgesetzten Piezometerröhre ist man im Stande, die Stromgeschwindigkeiten des dem Apparate aus einem Standgefäße zugeführten Wassers zu messen und zu reguliren. Schöne arbeitete mit Geschwindigkeiten von weniger als 0,1 Mm. per Secunde bis zu solchen von 30 Mm. per Secunde; zu den größeren Geschwindigkeiten mußte er weitere Piezometerröhren anwenden.

Zu Bodenuntersuchungen in weiterem Umfange ist der Schöne'sche Apparat zuerst verwerthet im Laboratorium für Bodenuntersuchungen der deutschen geologischen Landesanstalt von Prof. Orth in Berlin. Orth veränderte den Apparat in der Art, daß er zwischen dem Schöne'schen Schlämmtrichter und dem Wasserreservoir noch einen zweiten conisch-cilindrischen Trichter einschaltete, dessen cilindrischer Theil den halben Durchmesser des Schöne'schen besitzt; er füllte den gekochten Boden in den hinteren kleinen Trichter, berücksichtigte die Geschwindigkeit in beiden cilindrischen Schlämmräumen und verfügte auf diese Weise, ohne mehr als eines Piezometers zu bedürfen, über die geringsten Stromgeschwindigkeiten bis zu solchen von 7 Mm. per Secunde und darüber.

Orth wandte die folgenden Stromgeschwindigkeiten an, welchen die nach Schöne's Angaben entsprechenden hydraulischen Werthe[1]) beigefügt sind:

Geschwindigkeit per Secunde	Schwankungen der Schlämmproducte in der Korngröße
0,2 Mm.	Thon, nebst Mineralstaub bis zu 0,01 Mm. Korngröße einschließend (feinste Theile),
2,0 Mm.	Mineralstaub von 0,05—0,01 Mm. Korngröße,
7,0 Mm.	feiner Sand „ 0,1—0,05 „ „

Die gröberen Producte wurden durch Rundlochsiebe von genau gemessener Lochweite getrennt.

Der Verfasser hat sich bei seinen Untersuchungen ebenfalls des von Orth angewandten Apparates mit einer kleinen Veränderung bedient und auch die von Orth angewandten Stromgeschwindigkeiten adoptirt. Mit noch geringeren Stromgeschwindigkeiten zu arbeiten, empfahl sich nicht, weil sich auch auf die Weise von individualisirtem Mineralstaub gänzlich freie Thonsubstanz nicht abtrennen läßt, und weil bei zu schwachen Strömungen der Apparat leicht unregelmäßig functionirt.

---

1) Für die mittels eines constanten Stromes abgesonderten gleichwerthigen Producte dürfte die Bezeichnung: hydraulische Werthe eine zweckentsprechende und kurze sein.

Zur Analyse mittels des Apparates wurde der aus einer größeren Probe durch ein Rundlochsieb von 4 Mm. Lochweite abgetrennte Boden verwandt. Derartig abgesiebten Boden habe ich der von der Lagerstätte entnommenen Rohbodenprobe gegenüber als Feinboden bezeichnet.

Der vom Rohboden zurückbleibende Siebrückstand wurde durch Waschen und Sieben weiter nach Korngrößen getrennt.

Die specielle Beschreibung und möglichste Begründung der detaillirten Methode erfolgt im Anhang.

Es wird jetzt meine Aufgabe sein, nachzuweisen in wieweit die mit dem Schöne'schen Apparate erzielten Resultate brauchbar und zuverlässig sind. Wir müssen in erster Linie bedenken, daß die genaue Uebereinstimmung der Resultate mit dem Feinerwerden der abgeschiedenen Theile erheblich an Wichtigkeit gewinnt. Wenn z. B. ein Sandkorn die Größe von 0,5 Mm. überschreitet, so wird seine physikalische Wirkung wenig beeinträchtigt, mag es sich bezüglich der Größe mehr dem Minimalmaße nähern, oder mag dieselbe nahezu 1 Mm. und sogar etwas darüber betragen, in beiden Fällen wird es bereits zur Bildung nicht capillarer Hohlräume im Boden sein Schärflein beitragen [1]). Bei noch grobkörnigeren Sanden werden sich difficile Unterschiede noch weniger geltend machen. Je feiner dagegen die Gemengtheile werden, desto mehr wird ihre genaue Abtrennung zur Beurtheilung des Kulturwerthes und der zweckmäßigen Behandlungsweise eines Bodens nothwendig sein.

Fragen wir uns zunächst, stimmen die bei den entsprechenden Stromgeschwindigkeiten abgetrennten Theile bezüglich ihrer Größenverhältnisse absolut genau mit den von Schoene gemachten Angaben überein, oder finden sich in demselben noch Mineralindividuen, welche über das von ihm angegebene Maximalmaß hinausgehen?

Ich muß diese Frage dahin beantworten, daß ich allerdings bei meinen mikroskopischen Controllmessungen stets in den Producten eine Anzahl Körner gefunden habe, welche die von Schöne angegebene Maximalgröße noch überschritten. Der Grund dürfte in Folgendem zu suchen sein: Schöne wandte bei seinen Untersuchungen den geglühten Boden an, während ich mit lufttrockenem Boden operirte. Durch das Glühen erleidet nun aber der Boden wesentliche Veränderungen: durch Entweichen des chemisch gebundenen Wassers und eines Theiles der Kohlensäure

1) Die gröberen Sande werden überhaupt nur auf das Verhalten des Bodens gegen Wasser und auf das mehr oder weniger davon abhängige Verhalten gegen Wärme von Einfluß sein, während bei den feineren Theilen nicht nur geringe Größendifferenzen für die vorgenannten Eigenschaften zur Geltung kommen, sondern auch das Absorptionsvermögen für Nährstofflösungen ausschließlich an dieselben gebunden ist.

werden die einzelnen Gemengtheile nicht nur stofflich verändert, sondern auch mechanisch wesentlich zerkleinert. Jedenfalls läßt sich geglühter Boden weit leichter trennen als lufttrockener; man darf aber nicht vergessen, daß geglühter Boden eigentlich kein Boden mehr ist. Ich bin der Ansicht, man soll den Boden vor der Analyse möglichst wenig mißhandeln; ein gründliches — bei zähen Verwitterungsthonen sogar ein mehrstündiges Kochen — läßt sich leider nicht vermeiden, weil ohnedem eine Trennung durch Schlämmen absolut unmöglich ist; jedenfalls wäre es nur von Vortheil, wenn man auch diese Mißhandlung vermeiden könnte. Das Fortschaffen der organischen Substanz wäre der einzige *schadlose* Vortheil, welchen das Glühen des Bodens gewähren würde; nach meinen Erfahrungen beeinträchtigt jedoch ein mäßiger Humusgehalt das Resultat nicht, und für *sehr humusreiche* Böden, bei denen das Resultat allerdings etwas alterirt wird, hat die mechanische Analyse ohnedies nicht die Bedeutung, wie für die Mineralböden; jedenfalls werden die Fehler, welche durch das Fortschaffen der Humussubstanz vermieden werden, durch die durch den Glühproceß herbeigeführten reichlich paralysirt.

Diese Beimengungen der einzelnen Schlämmproducte an etwas gröberem Material, als den von *Schöne* ausgeführten Messungen entspricht, die sich auch bei aller Vorsicht — wenn man mit ungeglühtem Boden operirt — nicht ganz vermeiden lassen, sind jedoch, sobald nur gut gearbeitet wird, so gering, daß ich trotzdem die Größenbezeichnungen der hydraulischen Werthe, wie sie von *Schöne* angegeben und von *Orth* und *Berendt* adoptirt sind, beibehalten habe. Die Gleichwerthigkeit der bei gleichen Stromgeschwindigkeiten gewonnenen Producte wird dadurch nicht in dem Maße beeinträchtigt, daß die Methode in Folge dessen für wissenschaftliche wie practische Zwecke unbrauchbar würde. Ich glaube dies einerseits durch die Constanz in den Resultaten der mechanischen Analyse, andrerseits durch die Uebereinstimmung chemischer Analysen von derartig abgeschiedenen hydraulischen Werthen nachweisen zu können. Betrachten wir zunächst einige Doppelanalysen der gleichen Bodenprobe. Selbstredend müssen wir uns dabei vergegenwärtigen, daß die einzelnen Producte in Wirklichkeit nicht scharf von einander abgegrenzt sind, sondern in einander übergehen. *Vollständige* Klärung im Schlämmraume ist selbstverständlich nie zu erzielen, sondern nur annähernde; je nachdem wir also etwas schärfer oder schwächer trennen, wird sich das Resultat nach der einen oder anderen Seite hin etwas verschieben. Diese Thatsache, die ja auch bereits *Schöne* erwähnt, ist bei Beurtheilung der Resultate nothwendig mit in Rechnung zu ziehen.

In welchen Grenzen die Resultate schwanken ist aus den in der folgenden Tabelle zusammengestellten Doppelanalysen zu ersehen.

Die Zahlen geben den Procentgehalt des lufttrocknen Feinbodens an.

Körnelung in Mm.	Diluvial Lößmergel Gutenberg bei Halle a. d. Saale		Lößlehm von Crimderode Feld: Kramer Lith		Tertiärthon Gumpe bei Nordhausen	
	I	II	I	II	I	II
2—1,5			0,018		0,010	
1,5—1	0,024	0,038	0,032	0,016	0,050	nicht
1—0,5	0,086	0,111	0,015	0,048	0,096	
0,5—0,25	1,494	1,492	1,486	0,430	4,722	bestimmt
0,25—0,1	3,844	2,836				
0,1—0,05	19,200	18,043	6,540	6,050	5,748	
0,05—0,01	45,600	48,410	47,566	46,340	11,862	10,766
0,01 u. darunter	28,800	28,006	43,736	46,256	75,410	76,276

Eine gleiche Uebereinstimmung dürfte durch keine der bislang zur mechanischen Trennung angewandten Methoden erzielt sein. Inwieweit sich die Analysen verschiedener Böden gegenseitig in einer Weise controlliren, welche noch mehr für die Brauchbarkeit der Schöne'schen Methode spricht, soll in einem der nächsten Abschnitte, in welchem der Versuch gemacht wird, die Resultate der Schlämmanalyse zur Bodenklassification zu benutzen, besprochen werden.

Hier handelt es sich zunächst um den Nachweis, in wieweit die mechanisch abgetrennten Producte dem Begriffe der Bodenconstituenten entsprechen. Ein derartiger Nachweis würde nun am sichersten durch die Prüfung der einzelnen Schlämmproducte auf ihre für den Kulturwerth des Bodens besonders wichtigen Eigenschaften (Verhalten gegen Wasser, Wärme, Nährstofflösungen 2c.) geliefert werden, und es sind zu diesem Behufe selbstredend zahlreiche Untersuchungen der einzelnen hydraulischen Werthe gleicher und ähnlicher Bodentypen, sowie gründliche Vergleiche gleicher hydraulischer Werthe verschiedener Typen in der gedachten Hinsicht anzustellen. Da jedoch derartige Arbeiten eine Jahre lange Thätigkeit erfordern, so gedachte der Verfasser im Interesse des Abschlusses seiner Arbeit vorläufig von derartigen zeitraubenden Untersuchungen abzusehen und solche für die folgenden Jahre in Aussicht zu nehmen.

Um vorläufig ein annäherndes Urtheil zu gewinnen, in wieweit die einzelnen hydraulischen Werthe als Constituenten aufzufassen sind, wurde ein einfacherer, wenn auch immerhin noch recht zeitraubender Weg eingeschlagen, nämlich der der vergleichenden Untersuchung besonders wichtig erscheinender hydraulischer Werthe auf ihre stoffliche Zusammensetzung,

um aus derselben auf Grund unserer in dem vorangeschickten Abschnitte kurz resumirten Kenntnisse, Schlüsse bezüglich der Bedeutung der einzelnen Schlämmproducte für den Kulturwerth des Bodens ziehen zu können.

Als Untersuchungsmaterial wählte ich die feinsten Theile von 0,01 Mm. Korngröße und darunter, sowie den Staub von 0,05—0,01 Mm. Korngröße von je zwei Löß und zwei Thonböden, einmal weil diese hydraulischen Werthe den Hauptbestand der auf meinem Kartirungsgebiete anstehenden Böden ausmachen, ferner, weil anzunehmen ist, daß mit dem Größerwerden der Theile der Gehalt an Kieselsäure (Quarz) auch erheblich zu, der an Silicaten erheblich abnimmt. Schließlich erschien es besonders wünschenswerth, principielle Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung dieser beiden Schlämmproducte festzustellen, weil sie es sind, welche die Hauptmasse der durch die bisher meist üblichen Methoden abgeschiedenen sogen. „abschlämmbaren Theile" bilden.

Von vornherein war anzunehmen, daß die einzelnen Producte nicht ausschließlich einem Constituenten, sondern einer Gruppe derselben entsprechen würden; die Frage war also die, zu entscheiden: „welche Constituenten setzen die einzelnen Schlämmproducte zusammen, und in welchem Verhältnisse finden sie sich in den Letztgenannten. Dieser Fragestellung entsprechend leiteten mich beim Gange meiner Untersuchungen die folgenden Gesichtspunkte:

Beim Auskochen derartiger mineralischer Gemenge mit concentrirter Salzsäure gehen vorwiegend in Lösung: die absorbirten Stoffe, das freie Eisenoxydhydrat (resp. Eisenoxyd), die Carbonate und die wasserhaltigen Silicate (zeolithartigen Verbindungen); und zwar Letztere unter Abspaltung von Kieselsäure, welche nur in geringen Mengen von der Säure gelöst wird, aus dem unlöslichen Rückstande jedoch durch wiederholtes Auskochen desselben mit Soda leicht abzuscheiden ist. Der unlösliche Rückstand besteht wesentlich aus Quarz, aus dem freien Thon und aus schwer löslichen Mineralresten. Bei Behandlung des in Salzsäure unlöslichen Rückstandes mit concentrirter Schwefelsäure geht der freie Thon und von den schwerer löslichen Mineralresten hauptsächlich Glimmer in Lösung, beide ebenfalls unter Abspaltung der Kieselsäure ihrer Hauptmenge nach, die sich dann in gleicher Weise aus dem Rückstande durch Kochen mit Soda leicht ausziehen läßt. Um den Gesammtgehalt des betreffenden Productes an den einzelnen wichtigen Mineralstoffen zu ermitteln, wurde außerdem noch eine Aufschließung durch Schmelzen mit Soda von jedem zur Untersuchung bestimmten Schlämmproducte vorgenommen. Die auf diesem Wege erlangten Resultate sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt; die Zahlen geben den Procentgehalt des etwa bei 115° C. getrockneten Schlämmproductes an.

Tertiärthon. Gumpe bei Nordhausen [1]).

Die Zahlen geben den Procentgehalt des bei 115° C. getrockneten Schlämmproductes an.

	Feinste Theile unter 0,01 Mm. Korngröße				Staub 0,05—0,01 Mm. Korngröße			
	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolzen	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolz.
In der Säure löslich	17,963	20,558			3,478	3,925		
SiO_2 in der Säure gelöst	0,164	1,829			0,146	0,096		
SiO_2 im unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Na_2OCO_2 gelöst . .	15,680	21,033			3,211	4,723		
Gesammtgehalt an SiO_2	15,844	22,862	38,706	57,281	3,357	4,819	8,176	83,366
Al_2O_3	8,533	15,838		} 31,249	1,561	3,620		} 11,749
Fe_2O_3	3,109	Spur			1,703	Spur		
CaO	0,833	0,829		2,746	0,432	wenig nicht best.		2,506
MgO	1,745	0,337		4,200	0,455	0,156		0,720
P_2O_5	0,0037	—		—	—	—		—
SO_3	0,154	—		—	—	—		0,457
CO_2	0,130							

1) Die Alkalien sind hier nicht bestimmt; in den übrigen Böden sind die Chloralkalien summarisch ermittelt worden. P_2O_5 fand sich stets in Spuren, ist aber nur in den Fäben berücksichtigt, in welchen sie bestimmbar war.

Thon des unteren Buntsandsteins Crimderode.

Die Zahlen geben den Procentgehalt des bei 115° C. getrockneten Schlämmproductes an.

	Feinste Theile unter 0,01 Mm. Korngröße				Staub 0,05—0,01 Mm. Korngröße			
	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolzen	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolz.
In der Säure löslich	23,773	14,377			7,921	4,248		
SiO_2 in der Säure gelöst	0,598	0,453			0,143	0,037		
SiO_2 im unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Na_2OCO_2 gelöst . .	17,516	15,557			4,916	5,205		
Gesammtgehalt an SiO_2	18,114	16,010	34,124	56,653	5,059	5,242	10,301	76,575
Al_2O_3	8,742	9,879		20,415	1,801	3,896		9,723
Fe_2O_3	7,484	1,565		9,762	1,716	Spur		4,098
Mn_3O_4	0,328	—		0,509	0,078	—		0,159
CaO	4,431	Spur		6,992	2,882	0,089		3,511
MgO	2,441	1,027		3,116	1,127	0,256		2,472
Chloralkalien . .	2,980	3,506		—	1,213	1,278		—
SO_3	0,199	—		0,203	0,036	—		0,166
CO_2	0,317				0,201			

Kalkhaltiger Löß (Lößmergel) Lehmgrube bei Crimderode.

Die Zahlen geben den Procentgehalt des bei 115° C. getrockneten Schlämmproductes an.

	Feinste Theile unter 0,01 Mm. Korngröße				Staub 0,05—0,01 Mm. Korngröße			
	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolzen	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolz.
In der Säure löslich	29,596	11,955			12,756	3,609		
SiO_2 in der Säure gelöst	0,623	1,783			0,102	0,060		
SiO_2 im unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Na_2OCO_2 gelöst	15,539	9,889			3,692	3,186		
Gesammtgehalt an SiO_2	16,162	11,672	27,834	54,859	3,794	3,246	7,040	77,016
Al_2O_3	6,555	7,645		15,650	2,264	3,328		8,243
Fe_2O_3	6,174	1,842		8,237	2,126	Spur		3,225
Mn_3O_4	1,052	—		—	0,347	—		0,416
CaO	7,839	0,184		9,502	3,505	0,262		5,246
MgO	3,148	0,568		4,032	2,245	0,239		nicht best
Chloralkalien	2,226	2,131		—	0,821	1,016		
P_2O_5	0,125	—		—	0,050	—		
SO_3	0,537	—		0,762	0,061	—		
CO_2	3,332				2,797			

Kalkarmer Löß (Lößlehm von Crimderode).

Die Zahlen geben den Procentgehalt des bei 115° C. getrockneten Schlämmproductes an.

	Feinste Theile unter 0,01 Mm. Korngröße				Staub 0,05—0,01 Mm. Korngröße			
	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2OCO_2 geschmolzen	In HCl gelöst	In SO_3 gelöst	Lösliche SiO_2 im Ganzen	Mit Na_2COC_2 geschmolz.
In der Säure löslich	24,496	7,879			2,908	2,432		
SiO_2 in der Säure gelöst	0,486	0,303			0,086	0,038		
SiO_2 im unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Na_2OCO_2 gelöst	20,407	8,184			2,707	1,179		
Gesammtgehalt an SiO_2	20,893	8,487	29,380	61,670	2,793	1,217	4,010	86,244
Al_2O_3	8,423	4,984		16,443	0,871	1,452		6,464
Fe_2O_3	8,244	0,790		9,250	0,079	Spur		1,642
Mn_2O_4	0,541	—		0,719	0,130	—		0,328
CaO	2,572	0,651		6,351	1,218	0,317		3,344
MgO	1,648	0,669		2,515	0,240	0,161		0,600
Chloralkalien	3,017	0,674		—	0,345	0,641		—
P_2O_5	0,043	—		—	—	—		—
SO_3	0,319	—		0,716	0,061	—		0,337
CO_2	0,287				0,451			

Ist nun freilich mit diesen Analysen erst ein schwacher Anfang gemacht, so glaube ich doch mit einer derartigen Vereinigung der mechanischen und chemischen Analyse einen Weg betreten zu haben, der eine nicht unwesentliche Förderung der wissenschaftlichen Bodenkunde verspricht. — Indem ich jetzt den Versuch mache, die Gesetzmäßigkeiten, welche ich mit Gewißheit glaube folgern zu können, hervorzuheben, stelle ich zuerst allgemein die stoffliche Zusammensetzung der feinsten Theile (von 0,01 Mm. Korngröße und darunter) der des Mineralstaubes (von 0,05—0,01 Mm. Korngröße) gegenüber, und vergleiche dann die stoffliche Zusammensetzung der gleichen hydraulischen Werthe der Thonböden mit denen der Lehmböden. Bei der Gelegenheit mag gleich als nicht unwichtig hervorgehoben werden, daß von den untersuchten Thonböden der eine ein *Verwitterungsthon eines deuterogenen Gesteins* (Thon des unteren Buntsandsteins), der andere ein *Schwemmthon* (tertiären Alters) ist.

Vor Allem tritt der Unterschied im Kieselsäuregehalte beider hydraulischer Werthe hervor; während der der feinsten Theile sich um die Mitte der 50er Procente bewegt und nur bei dem kalkarmen Löß auf 61,870% steigt, beträgt der des Staubes 76,575—86,244 %; die feinsten Theile bestehen also nur reichlich zur Hälfte, der Staub zu mindestens $^3/_4$ aus Kieselsäure. Mit dem Kieselsäuregehalte etwa in umgekehrtem Verhältnisse steht der Grad der Löslichkeit in Mineralsäuren. Von den Stauben zeigt — wie ja auch leicht erklärlich — die stärkste Löslichkeit in Salzsäure der Staub des kalkhaltigen Löß; es ging hier nicht ganz die Hälfte der Stoffmenge in Lösung wie bei den feinsten Theilen; bei den übrigen gestaltet sich das Löslichkeitsverhältniß des Staubes weit ungünstiger.

Aus den Analysen geht auf das deutlichste hervor, daß sowohl der Thon und das Eisenoxyd als auch die leicht löslichen Silicate wesentlich mit den feinsten Theilen abgeschieden werden, wenn freilich auch der Staub nicht ganz frei von diesen Bestandtheilen ist.

Es mögen hier noch einige Betrachtungen angeschlossen werden über die Form, in welcher sich vermuthlich die abgeschiedenen Stoffe im Boden befinden.

Wenn wir die Zusammensetzung der triklinen Feldspäthe, z. B. die des Labrador = 3 At. SiO_2, 1 At. Al_2O_3 und 1 At. Monoxyd; ferner die der Zeolithe = etwa 2—4 At. SiO_2, 1 At. Al_2O_3 und 1 At. Monoxyd mit den durch concentrirte Salzsäure extrahirten Stoffen einschließlich der aus dem unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Soda extrahirten SiO_2 vergleichen, so gelangen wir nach Abzug des jedenfalls zum großen Theile frei vorhandenen Eisenoxydes sowie der an CO_2 und

SO_3 gebundenen Basen, zu Verhältnissen von Stoffgruppen, welche denen der erstgenannten Mineralien wohl entsprechen. Es ist daher wohl als gewiß anzusehen, daß ein großer Theil der Mineralsubstanz dieser Theile in zeolithartiger Form vorhanden ist; jedoch wäre es unrichtig die in Salzsäure löslichen Stoffe auch mit den angeführten Einschränkungen *ausschließlich* als Zeolithe anzusehen. Wenn auch der Thon in Salzsäure nicht in dem Grade löslich ist, daß diese Säure als das geeignete Lösungsmittel für denselben angesehen werden kann, so gehen doch zweifellos nicht unerhebliche Mengen freier Thonsubstanz bei Behandlung eines Thongemisches mit Salzsäure in Lösung. Genaueres über den Grad der Löslichkeit des freien Thones in Salzsäure ist mir wenigstens nicht bekannt und die vorliegenden Untersuchungen sind auch nicht geeignet, Anhalte in der Richtung zu gewähren. Durch die annähernde Uebereinstimmung des Verhältnisses der $SiO_2 : Al_2O_3$: Monoxyd in den feinsten Schlämmproducten mit dem in den Zeolithen und Feldspäthen verliert meine Vermuthung nicht an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß besonders in dem hercynischen Diluviallößablagerungen aus den in nächster Nähe anstehenden Porphyriten erhebliche Mengen von an Monoxyd reicheren Amphibolithen gelangt sein müssen. Ganz abgesehen jedoch von diesen noch nicht klar zu durchschauenden Verhältnissen dürfte der Nachweis geliefert sein, daß *wir die leicht löslichen Silicate, welche auf das Absorptionsvermögen des Bodens hauptsächlich von Einfluß sind, ihrer Hauptmenge nach mit dem durch den Schöne'schen Schlämmapparat bei 0,2 Mm. Geschwindigkeit gewonnenen Schlämmproducte abscheiden*[1]).

Dampfen wir den in Salzsäure unlöslichen Rückstand mit concentrirter Schwefelsäure zur Trockne, so erhalten wir — wenigstens nach den jetzt herrschenden Ansichten — den freien Thon seiner Hauptmasse nach in Lösung. Wie aus den Analysen ersichtlich werden auch noch andere Mineralbestandtheile gelöst, und zwar wohl vorwiegend die in Salzsäure kaum löslichen Glimmerschüppchen. Auch die Zusammensetzung der schwefelsauren Extracte scheint auf Glimmer hinzudeuten, denn bald prävaliren die Alkalien, bald die Magnesia, zuweilen findet sich über ein Procent Eisen, zuweilen ist dasselbe nicht zu bestimmen, Schwankungen in der Zusammensetzung, die jedenfalls durch die Qualität des Glimmers (Muscovit, Biotit, Eisenglimmer) hervorgerufen werden. Vergleichen wir die Formel für wasserfreien Thon 1 At. Al_2O_3 + 2 At. SiO_2, mit unseren Resultaten, so finden wir auch genügende Uebereinstimmung. Es

1) Mit dem salzsauren Extract ist auch ein Anhalt für den summarischen Gehalt eines Bodens an Pflanzennährstoffen gegeben.

muß nach der Formel auf 1 Gewichtstheil Al_2O_3 1,1673 SiO_2 resp. auf 1 Gewichtstheil SiO_2 0,85666 Al_2O_3 kommen. Die in Schwefelsäure gelöste Al_2O_3 verhält sich nun zu der löslichen SiO_2 (incl. der aus dem Rückstande mit Soda ausgekochten):

In den feinsten Theilen des Tertiärthones wie 1 : 1,442
" " " " " Buntsandsteinthones wie 1 : 1,601
" " " " " kalkreichen Löß wie 1 : 1,525
" " " " " kalkarmen Löß wie 1 : 1,702

Es ist demnach noch ein Plus von SiO_2, wie es etwa den gelösten Glimmermengen wenigstens annähernd entsprechen dürfte in Lösung gegangen.

Wenn bei den Stauben der Lößvorkommen, ein kleines Deficit von löslicher SiO_2 zu constatiren ist, so möchte dies vielleicht auf kleine Bestimmungsfehler zurückzuführen sein; es kommt hinzu, daß die Thonbestimmungen in diesen Materialien dadurch etwas zu hoch ausgefallen sind, daß ich die Spuren von Eisen, durch welche die Thonerde verunreinigt ist, nicht bestimmte [1]). Für den Staub der Thone zeigt das gefundene Verhältniß mit den feinen Theilen größere Uebereinstimmung: Verhältniß der $Al_2O_3 : SiO_2$ beim Tertiärthon = 1 : 1,244, beim Buntsandsteinthon = 1 : 1,345.

Wir dürften wohl zu der Annahme berechtigt sein, daß wir durch Eindampfen mit concentrirter SO_3 zur Trocknene — wenigstens wenn vorher mit concentrirter HCl extrahirt ist — in nicht besonders an Glimmer reichen Böden eine nur wenig verunreinigte Thonsubstanz aufschließen; ob freilich der gesammte freie Thon durch die Methode abgeschieden wird, kann noch nicht als entschieden betrachtet werden.

Vergleichen wir den Gesammtgehalt an Mineralstoffen der einzelnen Schlämmproducte (die Sodaschmelze) mit den in Säuren gelösten Stoffen, so ergiebt sich, daß außer der freien Kieselsäure die Mineralstoffe fast ganz von den Säuren gelöst wurden, allerdings finden sich stets sowohl in den feinsten Theilen wie im Staube der Thon- wie der Lößböden einige Procente von Mineralsubstanz etwa von der Zusammensetzung der Feldspäthe [2]) in der Sodaschmelze, welche durch die Behandlung mit Säuren nicht aufgeschlossen waren. Man wird demnach mit Sicherheit behaupten können, daß wenn auch nicht immer, so doch der Regel nach neben freiem Thon und „zeolithartigen Mineralien" noch geringe Menge von schwer aufschließbaren Silicaten in den feinsten Theilen enthalten sind.

Wie ersichtlich, ist jedoch dieser Gehalt an schwerlöslichen Silicaten

1) Das Eisen wurde gewichtsanalytisch bestimmt durch Auskochen eines aliquoten Theiles des Thonerde-Eisenniederschlages mit Aetzkali. Vgl. im Anhang die analytischen Methoden.

2) Soweit sich dies bei der fehlenden Bestimmung der Alkalien beurtheilen läßt.

nur unbedeutend. Rufen wir uns nun in das Gedächtniß zurück, daß die aus den in den Säuren unlöslichen Rückständen durch Kochen mit Soda ausgezogene SiO_2 incl. der in der Säure gelösten wenigstens einigermaßen genau dem Verhältniß entspricht, wie es die gelösten Basen fordern, um zeolithartige Mineralien und freien Thon bilden zu können, so müssen wir anerkennen, daß die Bestimmung der SiO_2 besonders in den verschiedenen Modificationen ihrer Löslichkeit für die Bodenuntersuchung von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

Ziehen wir vom Gesammtgehalt an SiO_2 die in den Tabellen als lösliche SiO_2 aufgeführte ab, so erhalten wir den annähernden Quarzgehalt; in gleicher Weise gestattet die quantitative Bestimmung der verschiedenen Formen von löslicher SiO_2 einen Schluß auf den Gehalt sowohl an freiem Thon wie an zeolithartigen Verbindungen.

Sind die Resultate auch nicht von absoluter sondern nur annähernder Richtigkeit, so dürften dieselben doch in einer großen Anzahl von Fällen genügen; und es ist auf diese Weise möglich, in kürzerer Zeit die vergleichende Untersuchung einer größeren Reihe verschiedener Böden vorzunehmen, als dies die vollständige Bodenanalyse wegen der Mühe und Zeit, die sie erfordert, gestattet.

Werfen wir noch einen Blick auf die Unterschiede der gleichen hydraulischen Werthe bei den Thon- und Lehmböden, so zeigt sich besonders bezüglich der feinsten Theile der größere Reichthum an zeolithartigen Mineralien in denen der Lehmböden sowie der höhere Thongehalt in denen der Thonböden: bei den feinsten Theile der Lehme verhält sich der schwefelsaure Extract zum salzsauren = 1 : 3—4; bei dem an Feldspathkörnern reichen Thon des unteren Buntsandsteins prävalirt freilich auch noch die durch Salzsäure extrahirte Menge, beträgt jedoch nur das 1,5fache des schwefelsauren Extractes, beim tertiären Schwemmthone endlich tritt die in Salzsäure gelöste Stoffmenge noch mehr zurück, sie beträgt hier nur das 0,85fache des schwefelsauren Extractes. Von den Stauben steht bezüglich des Quarzgehaltes der des kalkarmen Lehmes an der Spitze (mit 66,244 % SiO_2, von welcher nur 4,01 % in Säuren löslich waren); dann kommt der des Tertiärthon (83,366 % SiO_2, davon 7,848 % löslich); der geringere SiO_2gehalt des kalkreichen Roßlehmes (77,046 %, davon 7,024 % löslich), ist wesentlich Folge des hohen CO_2gehaltes (2,797 %). Den geringsten SiO_2gehalt mit dem günstigsten Löslichkeitsverhältniß (76,575% SiO_2, davon 10,301 löslich bei einem CO_2gehalte von nur 0,204 %) hat der Staub des Buntsandsteinthones. Der höhere Gehalt des Staubes an leicht löslichen Silicaten ist characteristisch für die Natur des Verwitterungsbodens; da dieses Thema jedoch in einem spä-

teren Abschnitte weitläufiger erörtert werden soll, so mag es hier bei diesem kurzen Hinweise sein Bewenden haben. —

Resumiren wir jetzt kurz das Resultat unserer Untersuchung, in wieweit können wir die mit dem Schöne'schen Apparate abgeschiedenen hydraulischen Werthe als Bodenconstituenten auffassen, so müssen wir sagen, daß wir in den feineren Producten nicht reine Constituenten sondern Gruppen von Constituenten vor uns haben. In den feinsten Theilen haben wir:

1) den Thon, 2) das Eisenoxyd, 3) die zeolithartigen Mineralien, 4) die fein vertheilten kohlensauren alkalischen Erden ihrer Hauptmasse nach aus dem Boden abgeschieden.

Dies summarische Resultat gestattet aber bereits Schlüsse, die manche werthvolle Auskunft geben und in vielen Fällen zur Beurtheilung genügen werden, wenn außerdem Lage, Lagerung 2c. in Betracht gezogen werden: Mit dem höheren Gehalt an den feinsten Theilen steigt das Absorptionsvermögen zugleich aber auch die Undurchlässigkeit. An solchen Theilen reiche Böden werden in entsprechenden Lagen die fruchtbarsten, in ungünstiger Lage jedoch der physikalischen Beschaffenheit wegen kaum bauwürdig sein.

Der Staub zeigt besonders bei den Schwemmböden nur einen geringen Gehalt an leicht löslichen Silicaten; es reducirt sich für denselben also bereits die direct chemische Wirkung im Boden auf ein Minimum: die Wirkung des Staubes auf den Kulturwerth des Bodens ist hauptsächlich eine mechanische, durch die Bildung weiterer aber immer noch capillarer Hohlräume ist derselbe als ein günstiger Regulator der Luft- und Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden aufzufassen.

Gröbere Theile als die aufgeführten sind leider noch nicht untersucht, indessen ist a priori zu schließen, daß mit dem Gröberwerden der Producte dieselben immer mehr den Character eines Constituenten, den des Sandes der entsprechenden Korngröße annehmen werden, und je nach derselben zur Bildung capillarer oder nicht capillarer Räume beitragen.

Wenn ich auch keineswegs der Ansicht bin, daß mit der Schöne'schen Schlämmmethode das non plus ultra für die Bodenuntersuchung erreicht ist, so glaube ich doch den Nachweis geliefert zu haben, daß dieselbe nicht nur die relativ brauchbarste der bislang in Anwendung gebrachten Schlämmmethoden, sondern auch absolut brauchbar zur Förderung der Bodenkunde ist. Sind die mittels derselben abgetrennten hydraulischen Werthe von verschiedenen Böden auch nicht als in jeder Hin-

sicht gleichwerthige Stoffgruppen zu betrachten, so ist denselben doch eine gewisse Gleichwerthigkeit, wie sie bisher durch keine Trennungsmethode erreicht ist, nicht abzusprechen. Dazu kömmt ihre Zuverlässigkeit bezüglich der Uebereinstimmung der Resultate. Dieselbe wird noch bei weitem an Werth gewinnen, wenn sie erweitert ist durch möglichst reichhaltige chemische wie physikalische Untersuchungen der hydraulischen Werthe, welche weit eher auf den Namen Bodenconstituenten Anspruch machen können, als ein großer Theil des Materials, welches zu grundlegenden Untersuchungen über die Eigenschaften des Bodens gedient hat.

Vor Allem wird es darauf ankommen, das Verhalten des Staubes wie der feinen Sande gegen Wasser zu studiren, und die feinsten Theile auf ihr Verhalten gegen Wasser, Nährstofflösungen und Wärme genauer zu prüfen; besonders sind die thonärmeren, zeolithreicheren feinsten Theile der Lehme mit den zeolithärmeren und thonreicheren der Thone zu vergleichen.[1])

---

1) Es soll keineswegs behauptet werden, daß mit den gegebenen Ausführungen die Verwerthung der chemischen Bodenanalyse für practische Zwecke bereits erschöpft ist. Sind es doch zum großen Theile nur Andeutungen, die auf den letzten Seiten gemacht werden konnten, und ist doch zu hoffen, daß mit der Erweiterung des analytischen Materials und der gründlichen Verarbeitung desselben auch eine vielseitigere Verwerthung der chemischen Analyse möglich wird.

Jedoch bin ich der Ansicht, daß als leitender Gesichtspunkt für die Bodenuntersuchung der in dieser Schrift als maßgebend hingestellte vorläufig festgehalten werden muß. Es kommt darauf an, die Constituenten abzuscheiden, von denen die für den Kulturwerth wichtigen Bodeneigenschaften abhängig sind. Diesen Zweck müssen wir durch mechanische und chemische Analysen zu erreichen suchen. Wir müssen bestrebt sein, durch die mechanische Analyse möglichst gleichwerthige Producte abzuscheiden und aus dem Grunde die mechanischen Trennungsmethoden immer mehr zu vervollkommnen suchen. Der chemischen Analyse fällt augenblicklich in erster Linie die Aufgabe zu, festzustellen, welcher Qualität die einzelnen hydraulischen Werthe sind, und welche gemeinschaftlichen Beziehungen sich für die gleichwerthigen Producte verwandter Bodenarten ergeben. Daß daneben auch Resultate über die individuelle Beschaffenheit des untersuchten Bodens gewonnen werden, ist selbstverständlich.

Ein vollständig unrichtiges Bild über den Stoffgehalt eines Bodens wird jedoch durch die Vereinigung der chemischen mit der mechanischen Analyse gewonnen, wie sie Berendt in den „Abhandlungen zur geolog. Specialkarte von Preußen" ꝛc. Bnd. II. Heft 3 anwandte.

Berendt bestimmte die Thonerde und Kieselsäure in den feinsten Theilen, indem er dieselben entweder direct mit Schwefelsäure oder mit Flußsäure oder Soda aufschloß und berechnete aus den Resultaten den Thon ($Al_2O_3(2SiO_2)$). Die so gefundene Thonmenge nahm er als den im Boden enthaltenen freien Thon an, subtrahirte sie von der Gesammtmenge der feinsten Theile und addirte die Differenz zum Staube. Er begründet diese Art der Verwendung der analytischen Resultate durch die Annahme, daß bei der mechanischen Trennung fehlerhafter Weise etwa so viel

2. Bestimmung der kohlensauren alkalischen Erden, Humusbestimmung, Glühverlust.

Außer den Constituenten und Constituentengruppen, welche wir mittels der mechanischen Analyse als hydraulische Werthe zu trennen vermochten, restiren noch einige andere, zu deren Abscheidung die mechanische Analyse allein nicht geeignet erscheint.

Es kommen da in erster Linie die an Kohlensäure gebundenen alkalischen Erden in Betracht, die gewöhnlich als $CaOCO_2$ in Rechnung gebracht werden. Die Wirkung derselben auf die Absorption besonders der Phosphorsäure, sowie auf die Zersetzungsprocesse im Boden und der davon abhängigen Bodenwärme und Bodenthätigkeit ist bereits hervorgehoben worden und damit die Wichtigkeit der Bestimmung derselben gerechtfertigt.

Thon im Staube bliebe als dem aufgeschlossenen plus an Thonerde, welches nicht als freier Thon, sondern als Doppelsilicat in den feinsten Theilen enthalten ist, entspricht.

Die Böden, mit denen Herr Prof. Berendt operirte, waren Lehme und lehmige Sande (des norddeutschen Diluviums). Bei den von mir untersuchten feinsten Theilen von Lehmen ist aber die Thonerde nahezu zur Hälfte und darüber in Salzsäure löslich, also wahrscheinlich in Form von leicht löslichem Doppelsilicat vorhanden. Da Berendt nicht mit Salzsäure aufgeschlossen, die in dieser Säure löslichen Thonerdemenge also auch nicht ermittelt und abgezogen hat, so dürfte, besonders wenn man bedenkt, daß in der Sodaschmelze und Flußsäureaufschließung auch noch die an die schwer löslichen Doppelsilicate gebundene Thonerdemenge, welche freilich nur wenige Procente beträgt, enthalten ist, die Annahme berechtigt erscheinen, daß höchstens die Hälfte des von Berendt berechneten Thones, wirklich als freier Thon in den feinsten Theilen vorhanden ist. Erwägen wir außerdem noch den geringen Thongehalt des Staubes, so dürfte die Unrichtigkeit der auf diese Weise erlangten Resultate erwiesen sein.

Eben so wenig iste s zu billigen, wenn Berendt den in den einzelnen Schlämmproducten enthaltenen kohlensauren Kalk von denselben abzieht und summarisch in den analytischen Resultaten aufführt.

Durch derartige Rechnungsmanipulationen wird, ganz abgesehen davon, daß das Resultat in jeder Hinsicht als unrichtig bezeichnet werden muß, dem Zwecke, den wir durch die mechanische Analyse erreichen wollen, gerade entgegengearbeitet. Von der Voraussetzung ausgehend, daß die verschiedenen Stoffe in feinerer Vertheilung und leichter löslicher Form sich im Boden anders verhalten als wenn sie in gröberen Körnern und schwerer löslicher Form im Boden enthalten sind, suchen wir die in der Beziehung gleichwerthigen Gruppen vorher mechanisch abzusondern. Durch die Berendt'sche Rechnungsweise wird die durch diese Arbeit gewonnene Uebersicht vollständig wieder zerstört und ein total falsches Bild entworfen. Einer derartigen Berechnung ist bei weitem vorzuziehen, beim Alten zu bleiben und die chemische Analyse mit nicht mechanisch vorgetrenntem Boden vorzunehmen; die Arbeit ist vereinfacht und das Resultat ein objectives nicht durch Rechnung entstelltes.

Es ist selbstverständlich und wird bei Besprechung der Mergelbildung noch hervorgehoben werden, daß die Wirkung des kohlensauren Kalkes wie des Dolomites mit der feineren Vertheilung derselben auch an Intensität zunehmen wird; jedoch erscheint es mir ebensowenig gerechtfertigt, nur den an die feinsten Theile gebundenen kohlensauren Kalk in Rechnung zu ziehen als andererseits die allzugroben Kalkbrocken im Boden zu berücksichtigen und mit dem fein vertheilten Kalke zu identificiren.

Zweifellos nimmt mit dem Gröberwerden des Kalk- und Dolomitkornes die wohlthätige Wirkung desselben ab — bei größeren Kalksteinen ist dieselbe geradezu auf 0 reducirt —, außerdem leidet bei Verwendung von zu grobem Materiale zur Analyse die Genauigkeit derselben durch das bedeutende Abweichen der Probe vom Durchschnitt. Ich habe mich überzeugt, daß Material, welches durch ein Sieb von 0,5 Mm. Lochweite gegeben ist (also kleiner als 0,5 Mm. bis zu den feinsten Theilen), noch die Entnahme einer Durchschnittsprobe gestattet und habe daher zu meinen Analysen für die Kartirungszwecke derartiges Material verwandt. Allerdings wird bei den besseren Mergelböden der Kalk der größten Menge nach an die feinsten Theile gebunden sein, wie das die folgenden Zahlen illustriren mögen. Der Lößmergel, welcher zu den chemischen Untersuchungen gedient hat, enthielt in Procent des lufttrocknen Materials:

	Gesammtboden unter 0,5 Mm. %	Feinste Theile %	Staub %
CO_2	3,450	3,200	2,775
entsprechend CaO	4,392	4,074	3,535
entsprechend $CaOCO_2$	7,842	7,274	6,307

Es sind in diesem Falle die feinsten Theile procentisch die bei weitem kalkreichsten. Freilich ist dies nicht immer der Fall. Vergleichende Untersuchungen über die Vertheilung des Kalkes in verschiedenen Bodentypen anzustellen, würde eine verdienstvolle Arbeit sein, da nicht nur der Gehalt eines Bodens an diesem Gemengtheil, sondern auch die Vertheilung des Letzteren für den Kulturwerth von Wesenheit sind.

Wenn ich es nun nicht als gerechtfertigt erachtete, ausschließlich den Kalkgehalt der feinsten Theile zu berücksichtigen, so lege ich doch großen Werth nicht nur auf zuverlässige Probenahme, sondern auch auf exacte Bestimmungsmethode. Alle in meiner Arbeit aufgeführten Bestimmungen sind gewichtsanalytisch ausgeführt: die CO_2 wurde (nach G. Kühns Angabe) mit flüssiger P_2O_5 unter schließlichem Erwärmen ausgetrieben, im Geißler'schen Apparate in Kalilauge aufgefangen und gewogen. Ich gebe dieser Methode — von anderen rohen Methoden, die ich ohne Weiteres

perhorresciren muß, ganz zu schweigen — vor den gasvolumetrischen den Vorzug. Zweifellos sind die gasvolumetrischen Bestimmungen, wenn sie gut ausgeführt werden zu den feinsten analytischen Methoden zu rechnen, denn man kann genauer messen als wiegen. Wendet man sie jedoch — wie dies leider häufig geschieht — bei Massenanalysen an, um Zeit zu sparen, so verliert das Resultat an Zuverlässigkeit. Man bedenke nur, wie leicht bei der gasvolumetrischen CO_2bestimmung Fehler dadurch entstehen können, daß die CO_2 nicht ganz luftfrei ist, sobald man eilig zu Werke geht. Kömmt es mir auf äußerst genaue Resultate an, so würde ich mit Zeitopfern zur Gasanalyse schreiten, nie aber würde ich dieselbe anwenden, um Zeit zu sparen.

Der Humusgehalt ist nicht nur auf das Absorptionsvermögen des Bodens besonders für Ammoniak von Einfluß, sondern es ist der Humus auch wegen seiner großen Hygroscopicität ein Regulator der Feuchtigkeitsverhältnisse und durch seine allmählige Oxydation zu Kohlensäure eine ständige Wärmequelle für den Boden. Auch der aufschließenden Kraft, welche die Humussäuren auf die Pflanzennährstoffe äußern, möge hier Erwähnung geschehen. Wenn es auch als zweifellos angesehen werden muß, daß die einzelnen Humuskörper ihre specifisch eigenthümliche Wirkung auf den Kulturwerth des Bodens geltend machen, so müssen wir uns doch leider gestehen, daß dieselben bis jetzt noch zu wenig bekannt sind, als daß von Bestimmungsmethoden derselben gesprochen werden könnte.[1]) Wir müssen uns daher vorläufig für practische Zwecke auf eine summarische Bestimmung derselben beschränken; zu unterscheiden wäre nur, ob die Humussubstanz eine saure Reaction zeigt oder nicht; im ersteren Falle hätten wir es mit Moorbildungen zu thun, die sich bekanntlich durch die adstringirende Wirkung ihrer Säuren vor der guten Humussubstanz nachtheilig auszeichnen.

Fassen wir besonders den Werth des Humus als Wärmequelle in's Auge, so wird es vor Allem darauf ankommen, zu ermitteln, wie viel Gramm Kohlenstoff in Form von Humus in der fraglichen Ablagerung enthalten sind. Zur Beantwortung dieser Frage stehen uns bis jetzt zwei Methoden zur Disposition. Die eine für die vorliegenden Untersuchungen

---

1) Wegen der großen Schwierigkeiten, welche bei grundlegenden Untersuchungen über die Natur der Humuskörper zu überwinden sind, läßt sich auch wohl kaum erwarten, daß von denen, welche sich vorwiegend mit der Untersuchung von Mineralböden beschäftigen, bei welchen die Wichtigkeit der Humussubstanz immerhin bedeutend zurücktritt, unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete wesentlich erweitert werden; doch bin ich der festen Ueberzeugung, daß uns die Moor-Versuchs-Station in Bremen in den nächsten Jahren werthvolle Aufschlüsse in der Richtung liefern wird.

von mir in Anwendung gebrachte ist die Folgende: Man oxydirt die Humussubstanz in schwefelsaurer Lösung mittels Chromsäure zu Kohlensäure, und bestimmt die letztere gewichtsanalytisch durch Auffangen in Kalilauge. Auf diesem Wege erhält man allerdings genauen Aufschluß über die Kohlenstoffmenge, welche in Form von Humus vorhanden ist, jedoch keine Auskunft über die Constitution des letzteren. Dieselbe ist aber keineswegs gleichgültig. Wollte man z. B. den Wärmeeffect berechnen, welchen der Humusgehalt in einem Boden zu erzeugen vermöchte, so müßte man selbstredend auch den Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt der in Frage stehenden Humussubstanz kennen; man müßte selbstverständlich von den Wärmeeinheiten des gesammten Kohlenstoff- und Wasserstoffgehaltes, die Wärmeeinheiten der dem Sauerstoffgehalt äquivalenten Kohlenstoff- und Wasserstoffmengen in Abzug bringen, denn soweit beide Stoffe bereits oxydirt sind, können sie natürlich keine Oxydationswärme mehr erzeugen. Würde eine derartige Berechnung auch kein absolut richtiges Resultat liefern, so würde sie demselben doch recht nahe kommen, während die einfachere Bestimmung des Kohlenstoff eigentlich nur einen ziemlich rohen Vergleich verschiedener ihrer Constitution, Lage und Lagerung nach analoger Böden zuläßt und nur dann Werth besitzt, wenn man voraussetzen kann, daß die gesammte Humussubstanz, welche sich in der zu untersuchenden Oertlichkeit findet, einigermaßen gleichmäßig zusammengesetzt ist. In allen Fällen, wo der Humus als vorzugsweise maßgebendes Moment für den Kulturwerth eines Bodens angesehen werden muß, muß auch nothwendig zur Bestimmung desselben auf elementaranalytischem Wege geschritten werden. Daß ich bei meinen Untersuchungen den bequemeren Weg der Oxydation einschlug, geschah nicht, weil ich demselben den Vorzug vor der Elementaranalyse gab, sondern, weil ich bei der Untersuchung meiner „Mineralböden" nicht den Schwerpunkt auf eine absolut exacte Bestimmung des Humus legte.

Zu den Humusbestimmungen verwandte ich das Material, wie es zur Bestimmung der kohlensauren alkalischen Erden diente, die durch ein Sieb von 0,5 Mm. Maschenweite geschlagene Feinerde; und es wurden übereinstimmende Resultate mit diesem Materiale erzielt. Auch die Vertheilung der Humussubstanz auf die einzelnen hydraulischen Werthe zu ermitteln, wird von Werth sein, jedoch wohl kaum von gleicher Wichtigkeit wie die des kohlensauren Kalkes. Einerseits hat man zu bedenken, daß, wie bereits hervorgehoben, bei *sehr* humusreichen Böden die mechanische Analyse an Genauigkeit verliert, indem Mineraltheile, Thon sowohl als auch Staub und feiner Sand, vielfach so fest an den Humustheilchen anhaften, daß eine genaue quantitative Trennung auf mechanischem Wege nicht möglich ist. Der dadurch hervorgerufene Fehler kann ein doppelter

sein: es können mit der bei großer Oberfläche leichten Humussubstanz sowohl gröbere Theile in feinere Producte hinübergeschlämmt, als auch umgekehrt feinere Theile in gröberen Producten zurückgehalten werden. Andererseits muß man in Erwägung ziehen, daß selbst bei geringer Oberfläche die Humussubstanz doch den Verwitterungsagentien nicht den gleichen Widerstand entgegensetzt als die größeren Gesteinspartikeln. Bedenkt man schließlich, daß bei dem geringen Gewichte der organischen Reste dem Mineraldetritus gegenüber, mit dem Gröberwerden des Kornes die Humussubstanz gewichtsprocentisch erheblich zurücktritt, so dürfen wir wohl annehmen, daß wir in dem zur Bestimmung angewandten Material, einmal für den Bodenwerth ziemlich gleichwerthigen Humus, außerdem aber auch den Humusgehalt seiner Hauptmasse nach vor uns haben.

Darauf, daß wenigstens in nicht gerade humusreichen und dabei normalthätigen Böden die Humussubstanz ihrer Hauptmasse nach an die feinsten Theile gebunden zu sein scheint, deuten einige analytische Resultate hin, welche am Schluß dieses Kapitels aufgeführt werden sollen.

Der Glühverlust ist nicht gerade selten bei humusreichen Böden direct als Bestimmungsmethode des Humus in Anwendung gebracht, der Humusgehalt mit dem Glühverluste geradezu identificirt worden. Es mag dies allenfalls zutreffen bei Moorböden, welche etwa zu 80 % aus organischer Substanz und im übrigen aus wasserfreiem Quarzsand bestehen. Bei allen übrigen Böden trifft eine derartige Uebereinstimmung nicht zu. Außerdem ist ja, wie bereits begründet, mit der Bezeichnung Humus eine präcise Vorstellung nicht verbunden; selbst wenn wir auf Wasserstoff- und Sauerstoffgehalt verzichten wollen, müssen wir doch wenigstens vom Kohlenstoffgehalt, als Basis ausgehen. E. v. Wolff schlägt vor, für die Berechnung der analytischen Resultate einen durchschnittlichen Kohlenstoffgehalt von 58 % für die Humussubstanz anzunehmen. Obgleich ich diese Annahme nicht für genügend begründet halte, und es aus diesem Grunde vorziehe statt der auf dem Multiplicationswege fingirten Zahl lieber die nicht fingirte direct als Kohlenstoffgehalt ermittelte in Rechnung zu bringen, so habe ich doch für einzelne Böden, in denen ich sowohl Glühverlust als Kohlenstoffgehalt bestimmte, die Rechnung versuchsweise ausgeführt.

Die untersuchten Böden waren sogen. Hasselböden von Crimderode, Lößböden mit einem nicht unerheblichem Humusgehalte, deren Bildung in einem späteren Abschnitte besprochen werden soll.

Die folgende Tabelle enthält die Procentzahlen der lufttrocknen (durch ein 0,5 Mm. Sieb gesiebten) Böden für hygroscop. Wasser, Glühverlust und C in Form von Humus zugleich berechnet auf 58 %gen Humus.

	Kleiner Haſenwinkel			Braune Erde
	Haſſelboden in 15—30 Cm. Tiefe.	Haſſelboden in 35—70 Cm. Tiefe.	Lehm unter Haſſelboden in 1,2—1,8 M. Tiefe.	Haſſelboden, Krume bis 25 Cm. Tiefe.
Hygrocopiſches H_2O	3,699	6,480	4,797	3,134
Glühverluſt excl. hygr. H_2O	11,177	13,141	1,621	6,947
C in Form von Humus	1,968	2,667	0,488	1,322
entſpricht Humus (mit 58% C)	3,393	4,601	0,843	2,298

Beweiſen nun auch dieſe Zahlen zur Genüge, daß Glühverluſt und Humusgehalt keineswegs identiſch ſind, ſo könnte man doch glauben, daß beide wenigſtens in einem beſtimmten Verhältniß zu einander ſtehen. Nach unſeren Zahlen würde ſich verhalten der berechnete Humus zum Glühverluſt wie 1 : 3—4, reſp. der direct gefundene Kohlenſtoff zum Glühverluſt wie 1 : 5—6. Vergleichen wir jedoch die obigen Zahlen mit ſolchen wie ſie für humusarme Böden gefunden ſind, ſo ergiebt ſich, daß eine durch Zahlen ausdrückbare Beziehung zwiſchen Humusgehalt und Glühverluſt nicht beſteht.

Für den chemiſch unterſuchten Lößmergel ſtellen ſich die Zahlen wie folgt:

Hygroscop. H_2O	2,234 %
Glühverluſt excl. hygr. H_2O. .	3,851 %
C in Form von Humus . . .	0,223 %
entſpricht Humus (mit 58 % C)	0,368 %

Ein in einer Tiefe von 60 Cm. erbohrter gänzlich humusfreier Thon der oberen Zechſteinlette ergab: 7,057 % hygr. H_2O und 7,709 % Glühverluſt.

Erſt wenn wir uns die Proceſſe klar machen, welche beim Glühen des Bodens vor ſich gehen, werden wir ein Urtheil gewinnen über die Brauchbarkeit des Glühverluſtes zur Beurtheilung des Kulturwerthes eines Bodens. Die durch das Glühen herbeigeführten Proceſſe haben größtentheils eine Gewichtsabnahme, zum geringeren Theile aber auch eine Gewichtszunahme der geglühten Subſtanz zur Folge. Die Stoffabnahme beſteht:

1. in der Zerſtörung der organiſchen Subſtanz;
2. in dem Austreiben des ſogen. chemiſch gebundenen Waſſers;
3. in dem Austreiben eines Theiles der an alkaliſche Erden gebundenen Kohlenſäure;

4. in Reductionen, herbeigeführt durch den verbrennenden C des Humus, besonders beim Glühen bei schwacher Luftzufuhr.

Eine Stoffzunahme kann bewirkt werden durch Oxydationsprocesse, besonders beim Glühen bei starker Luftzufuhr.

Die letztgenannte Stoffzunahme reducirt sich jedenfalls auf ein Minimum, welches nicht weiter in Betracht kommt; und auch die Stoffabnahme in Folge von Reductionsprocessen wird bei einigermaßen vorsichtigem Glühen fast gänzlich vermieden werden können. Auch der Kohlensäureverlust kann ja bekanntlich durch Befeuchten mit kohlensaurem Ammon und constantem Erhitzen bei 150° C. wieder ersetzt werden; es wird demnach eine gut ausgeführte Glühverlustbestimmung wesentlich repräsentiren: die organische Substanz und das chemisch gebundene Wasser, welches im Boden enthalten war. Welche Quote des Glühverlustes auf Humussubstanzen, und welche auf chem. gebundenes Wasser zu rechnen ist, läßt sich nur feststellen, wenn außerdem der Humus besonders durch Elementaranalyse ermittelt wird, eine Mühe die in der Mehrzahl der Fälle dem practischen Nutzen kaum entsprechen dürfte. Daß die Ermittelung des Humusgehaltes durch Verrechnung des Kohlenstoffgehaltes auf 58%ge Humussubstanz richtig ist, dagegen spricht auf das entschiedenste das auf der vorigen Seite angeführte allerdings nichts weniger als reichhaltige Zahlenmaterial; es würde sich danach nach Abzug des berechneten Humus für die beiden humusreichsten Lehmböden (Hasselböden) ein Gehalt von etwa 7,8%—8,5% an chemisch gebundenem Wasser ergeben, ein Gehalt wie er nachweislich nur bei den schwersten Thonböden gefunden, und von den Crimderöder Lößablagerungen, wie weiterhin durch Zahlen belegt werden soll, kaum zur Hälfte erreicht wird.

Will man nicht zugleich zur Zeit raubenden Elementaranalyse schreiten, so kann eine Glühverlustbestimmung nur in zwei Fällen überhaupt auf Werth Anspruch machen, nämlich:

1. Wenn man Bildungen vor sich hat, welche neben Humus keine oder nur verschwindend geringe Mengen wasserhaltiger Silicate (sowie auch Eisenoxydhydrat, Gyps ꝛc.) enthalten;
2. Wenn man es mit solchen zu thun hat, die neben wasserhaltigen Silicaten nur wenig oder besser gar keine organische Substanz enthalten.

In allen übrigen Fällen ist der Werth der Glühverlustsbestimmung — ohne Elementaranalyse — ein rein illusorischer. Ich glaubte auf diese Ausführungen soweit eingehen zu müssen, weil noch von recht vielen Seiten eine Glühverlustsbestimmung als unerläßlich nothwendig für eine vollständige Analyse erachtet wird[1]).

1) Auch Schöne: „Ueber Schlämmanalyse und einem neuen Schlämmapparat"

Eine gute Glühverluſtsbeſtimmung iſt aber keineswegs eine mühelose Beſtimmung. Man hat einen ganzen Tag zu trocknen, dann einen zweiten Tag zu glühen und ſchließlich noch einen dritten Tag nach dem Befeuchten mit kohlenſaurem Ammon — Letzteres iſt unbedingt nöthig, wenn die Beſtimmung brauchbar ſein ſoll[1]) — bei 150° C. zu trocknen. Für jede Beſtimmung iſt alſo ein Platintiegel drei Tage mit Beſchlag belegt, und die verſchiedenen Wägungen, das Reguliren der Flammen ꝛc., erfordern Zeit und Aufmerkſamkeit.

Bei humusfreien und humusarmen Böden, iſt allerdings der Glühverluſt ein gewiſſer Maßſtab für den Gehalt an waſſerhaltigen Silicaten (alſo beſonders für Thon und zeolithartige Mineralien). Wenn ich demnach auch nicht in Abrede ſtellen will, daß es ſich zuweilen empfehlen kann, zur annähernden Ermittelung dieſer Stoffgruppen den Boden zu glühen, ſo behaupte ich doch, daß eine derartige Beſtimmung eine gute mechaniſche Analyſe nie erſetzen kann, wohl aber wird die letztere die erſtere in der Regel überflüſſig machen.

Bezüglich der techniſchen Ausführung iſt hervorzuheben, daß man mindeſtens ebenſo bequem und in nicht längerer Zeit eine Anzahl mechaniſcher Analyſen ausführen kann als die gleiche Anzahl von Glühverluſtsbeſtimmungen, die letzteren haben alſo nicht einmal den Vortheil der leichteren und bequemeren Ausführung.

Die angefügten Tabellen enthalten Belege zu den in dieſem Kapitel gemachten Ausführungen.

Auf der erſten Tabelle ſind Waſſer-, Glühverluſts-, Humus- und Kohlenſäurebeſtimmungen, von einer Anzahl lufttrockener Böden[2]) zuſammengeſtellt. Die zweite Tabelle enthält die mechaniſchen Analyſen dieſer Böden. Es iſt deutlich erſichtlich, daß ein hoher Gehalt an hygroscopiſchem Waſſer, ſowie ein ſtarker Glühverluſt entweder von einem hohen Gehalte an „feinſten Theilen“ oder von einem ſolchen an Humus abhängen.

ſpricht bei der Gelegenheit, wo er geglühten Boden zur mechan. Analyſe anzuwenden empfiehlt, aus, daß man ja ohnedies eine Glühverluſtsbeſtimmung im Boden vornehmen müſſe. Ganz abgeſehen von meinen dagegen angeführten Gründen, meſſe ich einer Glühverluſtsbeſtimmung, die mit 30 Grm. Boden ausgeführt iſt — ſoviel glüht Schöne für ſeine mechaniſchen Analyſen — überhaupt keinen Werth bei.

1) Ohne Wiedererſatz der entwichenen CO_2, wie die Glühverluſtsbeſtimmung leider noch zu weilen gemacht wird, hat ſie gar keinen Werth. Sämmtliche Kohlenſäure entweicht nie (ſonſt würde ja die durch beſondere Beſtimmung ermittelte CO_2 hinzu addirt werden können), man müßte dann im Gebläſe glühen, was ſein Mißliches hat.

2) Zur Verwendung kam ſtets der durch ein Sieb von 0,5 Mm. Lochweite geſchlagene Boden.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Die dritte Tabelle enthält die Resultate der gleichen Bestimmungen ausgeführt mit den feinsten Theilen und dem Staube der vier Böden, die zu den bereits im vorigen Kapitel besprochenen chemischen Analysen gedient haben. Die Resultate sind doppelt aufgeführt, die erste Columne bezieht sich jedesmal auf die lufttrockene, die zweite auf die wasserfreie Substanz. Die Abhängigkeit des Gehaltes an hygroscopischem Wasser vom Thongehalte, sowie die des Glühverlustes von der Menge der wasserhaltigen Silicate in diesen humusarmen Schlämmproducten ist nicht zu verkennen. Dies spricht allerdings für die Brauchbarkeit der Glühverlustsbestimmung unter den angeführten Verhältnissen, noch mehr aber *für die Brauchbarkeit der durch den Schöne'schen Apparat abgeschiedenen hydraulischen Werthe als gut characterisirte Constituentengruppen.*

Der geringe Humusgehalt ist seiner größten Menge nach an die feinsten Theile gebunden, das Gleiche gilt für den Kalkgehalt, mit Ausnahme des kalkarmen Lehmes, bei welchem die feinsten Theile noch etwas kalkärmer sind als der Staub. Wie bereits hervorgehoben, ist es aber selbstverständlich, daß die Carbonate nicht an bestimmte hydraulische Werthe gebunden sein können, wie das bei den wasserhaltigen Silicaten aus leicht erklärlichen Gründen der Fall ist.

Bestimmungen des hygroscopischen Wassers, des Glühverlustes, des Humus und der Kohlensäure in lufttrockenen Böden.

Der lufttrockene Boden enthält %:

	Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 15—35 Cm. Tiefe	Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 35—70 Cm. Tiefe	Löß unter Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 120—180 Cm. Tiefe	Hasselboden Braune Erde	Lößmergel Lehmgrube	Lößlehm Kramer Lith	Thon des unteren Bundsandstein Lith	Thon der oberen Zechsteinletten weiß, zähe An der Grenze
Hygroscop. H_2O	3,699	6,480	4,797	3,134	2,234	4,258	3,952	7,057
Glühverlust excl. hygroscop. H_2O	11,177	13,141	1,621	6,947	3,851	3,131	3,952	7,709
C in Form von Humus	1,968	2,667	0,488	1,322	0,223	—	—	—
entspricht Humus von 58 % C.	3,393	4,601	0,843	2,298	0,386	—	—	—
CO_2 (an alkal. Erden) gebunden	7,350	8,700	0,975	1,080	3,450	—	—	—
entspricht CaO CO_2	16,706	19,775	2,216	2,454	7,841	—	—	—
entspricht CaO	9,356	11,075	1,241	1,374	4,481	—	—	—

Mechanische Analysen dieser Böden.

Der lufttrockene Feinboden enthält %:

Körnelung in Mm.	Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 15—35 Cm. Tiefe	Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 35—70 Cm. Tiefe	Löß unter Hasselboden Kl. Hasenwinkel in 120—180 Cm. Tiefe	Hasselboden Braune Erde	Lößmergel Lehmgrube	Lößlehm [1] Kramer Lith	Thon des unteren Bundsandsteins Lith	Thon der oberen Zechsteinletten weiß, zähe. An der Grenze
4—3	0,200	0,110	0,064	0,005	0,244		1,252	0,038
3—2	0.334	0,122	0,102	0.110	0,438		1,472	0,062
2—1,5	0,424	0,184	0,046	0,278	0,296	0,009	0,432	0,062
1,5—1	0,490	0,132	0,054	0,292	0,488	0,024	0,302	0,130
1—0,5	0,800	4,776	0,228	0,446	1,094	0,099	0,274	0,424
0,5—0,25	} 25,024	} 30,000	} 18,140	3,220	8,994	} 0,958	1,856	} 4,026
0,25—0,1				2,394	5,444		4,262	
0,1—0,05	13,908	9,354	11,974	15,436	17,664	6,295	14,450	6,610
0,05—0,01	41,508	40,136	44,466	42,390	38,710	46,958	17,602	15,900
unter 0,01	16,272	13,246	23,950	36,644	26,500	44,996	57,488	71,268

1) Mittel aus zwei Analysen vergl. die Tabelle auf S. 22.

Bestimmungen des hygroscop. Wassers, des Glühverlustes, des Humus und der Kohlensäure in den feinsten Theilen und im Staube einzelner Böden.

	Lößmergel. Lehmgrube				Lößlehm. Kramer Lith				Thon des unteren Buntsandsteins. Lith				Tertiärthon Gumpe bei Nordhausen			
	Feinste Theile unter 0,01 Mm.		Staub 0,05—0,01 Mm.		Feinste Theile unter 0,01 Mm.		Staub 0,05—0,01 Mm.		Feinste Theile unter 0,01 Mm.		Staub 0,05—0,01 Mm.		Feinste Theile unter 0,01 Mm.		Staub 0,05—0,01 Mm.	
	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %	lufttrocken %	bei 110°C. getrocknet %
Hygroscop. H_2O	3,973	4,138	0,814	0,820	5,439	5,752	0,450	0,453	5,543	5,869	0,973	0,983	4,520	4,735	0,629	0,633
Glühverlust excl. hygr. H_2O	8,742	9,104	2,325	2,340	6 754	7,142	1,105	1,109	6,272	6,640	1,687	1,704	7,911	8,286	1,888	1,900
C in Form von Humus	0,600	0,625	0,125	0,126	0,404	0,424	0,091	0,093	0.420	0,444	0,147	0,148	0,496	0,525	—	—
CO_2 an alk. Erden geb.	3,200	3,332	2,775	2,797	0,275	0,287	0,450	0,451	0,300	0,317	0,200	0,201	0,125	0,130	—	—
entsprechend CaO	4,074	4,241	3,535	3,560	0,350	0,365	0,572	0,574	0,381	0,403	0,254	0,255	0,159	0,165	—	—
entsprechend $CaOCO_2$	7,274	7,573	6,307	6,357	0,625	0,652	1,022	1,025	0,681	0,720	0,454	0,456	0,284	0,259	—	—

2. Die Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse.

Nicht minder wichtig als die Ermittelung des qualitativen und quantitativen Verhältnisses, in welchem sich die einzelnen Constituenten an der Zusammensetzung des Bodens betheiligen, ist die Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse für die Beurtheilung des Kulturwerthes eines Bodens. Es ist leicht ersichtlich, daß zwei übereinander lagernde Schichten von extrem entgegengesetzter Constitution, ihre extremen Eigenschaften gegenseitig abschwächen. Lagert z. B. ein fast ausschließlich nicht capillare Hohlräume bildender Sand auf einem extrem strengen Thone oder findet das Umgekehrte statt, so können, in Folge dieser gegenseitigen Abschwächung ihrer extremen Eigenschaften, beide, an sich vielleicht für die Kultur höchst ungünstige Ablagerungen, ein recht fruchtbares Bodenmaterial bilden.

Den Lagerungsverhältnissen ist nothwendig Rechnung zu tragen sowohl bei der Wahl der anzubauenden Früchte, als auch bei Meliorationsarbeiten, Kulturmethoden ꝛc.

Wie häufig ermöglicht ein kalkhaltiger Untergrund den Kleebau auf einem Boden, dessen Ackerkrume vollständig kalkfrei ist! Rübenbau ist auf flachkrumigem Boden von vornherein ausschlossen!

Ein zweckmäßiger Plan für eine Drainage läßt sich nur auf Grund genauer Kenntniß der Lagerungsverhältnisse ausarbeiten. Die Rimpau'sche Moorkulturmethode ist nur unter bestimmten Lagerungsverhältnissen möglich. Selbst die einfachsten Kulturarbeiten stehen in Abhängigkeit zu den Lagerungsverhältnissen. Als Beispiel sei hier nur die Tiefkultur angeführt: Durch dieselbe wird, wenn wir es mit einer mächtigen, nach der Tiefe zu gleichartigen Bodenschicht zu thun haben, durch Vermehrung der Krume, Aufschließung des Bodens in größerer Tiefe einfach eine intensivere Ausnutzung des Bodencapitals ermöglicht; bei sich überlagernden ungleichartigen Schichten führt man aber — wenigstens wenn die obere Bodenschicht von geringer Mächtigkeit ist — außerdem eine Veränderung dieser oberen Schicht durch Erdmischung herbei. Die Constitution beider Schichten ist entscheidend, ob die Mischung und somit in diesem Falle die Tiefkultur von Vortheil oder von Nachtheil ist. Es wäre ein Leichtes den angeführten Beispielen noch eine Anzahl anderer anzureihen; jedoch mag es hierbei sein Bewenden haben.

Die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse weist zunächst auf den Unterschied von Ackerkrumen und Untergrund hin.

Unter Ackerkrume verstehen wir die oberste Bodenschicht in der Mächtigkeit, in welcher wir dieselbe mit unseren Ackerinstrumenten be-

arbeiten; die darunter liegende Schicht nennen wir Untergrund.[1]) Der Begriff Ackerkrume ist also ein rein practischer, die Mächtigkeit derselben ist nicht allein von der natürlichen Beschaffenheit des Bodens, sondern auch von der Art der Bearbeitung abhängig. Nicht ganz mit diesem Begriffe decken sich die Begriffe: flachkrumig und tiefkrumig. Wir bezeichnen als flachkrumig nicht etwa jeden Boden, der in nur geringer Tiefe bearbeitet wird, sondern vielmehr einen solchen, dessen natürliche Beschaffenheit, dessen Lagerungsverhältnisse eine Beackerung in größerer Tiefe nicht zulassen. Es basiren also diese Begriffe ausschließlich auf der natürlichen Beschaffenheit, auf der Lagerung des Bodens.

Die wichtigsten Unterschiede, die wir bezüglich der Lagerung von Krume und Untergrund zu machen haben, sind:

1. flachkrumig oder tiefkrumig,
2. gleichartig oder ungleichartig.

Ein tiefkrumiger Boden wird caeteris paribus stets einen höheren Kulturwerth besitzen als ein flachkrumiger. Nicht in gleicher Weise machen sich die Unterschiede „gleichartig und ungleichartig" geltend: es kann ein Boden durch Ungleichartigkeit von Krume und Untergrund an Kulturwerth gewinnen und umgekehrt, wie dies ja aus den vorausgeschickten Betrachtungen hervorgeht.

Auf die Frage, bis zu welcher Tiefe die Lagerungsverhältnisse bei Bodenuntersuchungen für agronomische Verhältnisse zu berücksichtigen sind, läßt sich eine allgemein gültige präcise Antwort nicht geben; jedenfalls sind derartige Untersuchungen nicht nur bis zu der Tiefe auszudehnen, in

1) Berendt (Abhandlungen zur geolog. Specialkarte ꝛc. Bd. II. Heft 3. S. 57) nennt die Verwitterungsschicht des anstehenden Gesteins „Oberkrume"; die oberste Schicht dieser „Oberkrume" ist die „Ackerkrume", die untere der „Ackerboden". Die Oberkrume besteht also nach Berendt aus der Ackerkrume und dem Ackerboden. Nach den Begriffen der Landwirthe ist aber die Ackerkrume ein Theil des Ackerbodens, welcher aus Ackerkrume und Untergrund besteht. Ist aber mit einer Bezeichnung bereits ein bestimmter Begriff verbunden, so scheint es mir nicht zulässig zu sein, die Terminologie willkührlich zu ändern. Die Terminologie entstammt hier freilich der Praxis, nicht der wissenschaftlichen Bodenkunde. Gesetzt nun, dieselbe wäre unzweckmäßig, findet sich nicht in der Geologie manches Analogon? Hat nicht die Geologie bezüglich der Nomenclatur viele Bezeichnungen der alten Bergleute beibehalten, und behält sie noch bei, trotzdem sie sicherlich dem gegenwärtigen Begriffe nach wenig sachgemäß sind? Ich erinnere nur an die Buntsandsteinformation; wie paradox klingt es, wenn man vom Thon des bunten Sandsteins spricht! Trotzdem behält man den Terminus bei! Außerdem kann ich die von Berendt vorgeschlagene Umänderung der Terminologie nicht einmal als eine Verbesserung ansehen; für das, was er unter „Oberkrume" versteht, scheint mir der Name „Verwitterungsschicht" bezeichnender; die Ausdrücke „Ackerkrume", „Untergrund" und „Ackerboden" kann man dann in ihrer alten Bedeutung beibehalten.

welcher ſich noch Pflanzenwurzeln in ſo erheblicher Menge, daß ſie für die Ernährung der Pflanzen von Einfluß ſind, finden, ſondern man hat auch beſonders die Conſtitution und Anordnung der tieferen Schichten, ſoweit ſie auf die Regulirung der Waſſerverhältniſſe von Bedeutung ſind, in's Auge zu faſſen. In der Regel wird eine Berückſichtigung der Untergrundſchichten bis zu einer Tiefe von höchſtens 2 Metern genügen.

Auch die concordante oder discordante Lagerung, der Winkel der Streichungsrichtung wie der Einfallwinkel der einzelnen Schichten kann auf den Kulturwerth des Bodens von Einfluß ſein. In der möglichſt vielſeitigen und dabei doch exacten Beobachtung, ſowie in der richtigen Verwerthung aller gemachten Beobachtungen für den vorliegenden Zweck liegt die Kunſt des Boniteurs.

Die Klassification des Bodens [1]).

Ueber die zweckmäßige Klassification des Bodens sind die heterogensten Ansichten aufgestellt, von denen sich bis jetzt keine allgemeine Geltung verschafft hat. Zwei wesentlich verschiedene Gesichtspunkte sind es, auf welche sich die sämmtlichen bis jetzt vorliegenden Klassificationsversuche zurückführen lassen; man klassificirte den Boden einerseits vom Standpunkte der Betriebslehre aus, andererseits vom Standpunkte der Bodenkunde aus. Dem entsprechend sondern sich sämmtliche aufgestellte Systeme in zwei verschiedene Gruppen; man kann die Systeme der Betriebslehrer als „ökonomische" zusammenfassen und als solche den von den Vertretern der Bodenkunde aufgestellten „naturwissenschaftlichen" gegenüberstellen.

Von den ökonomischen Systemen hat am meisten von sich Reden gemacht die Klassification nach dem Ertrage, eines der Klassificationssysteme, welches bereits von Thaer eingeführt ist.

Man unterscheidet eine Klassification nach dem Rohertrage und eine solche nach dem Reinertrage und scheint der letzteren vor der ersteren im Allgemeinen den Vorzug gegeben zu haben; wenigstens ist dieselbe bei Gelegenheit der Landeseinschätzung zum Zwecke der Preußischen Grundsteuerveranlagung in Anwendung gebracht.

Der Reinertrag als Ausgangspunkt für die Klassification hat ja an sich viel Verlockendes. Bedenken wir aber, daß der Reinertrag außer von der natürlichen Beschaffenheit des Bodens abhängig ist: 1) vom Klima, 2) von merkantilen Verhältnissen der verschiedensten Art, 3) endlich nicht nur von der Art des Betriebes der Bodenwirthschaft, sondern von der Organisation des gesammten Wirthschaftsbetriebes; hören wir ferner die Klagen der Betriebslehrer, daß bis jetzt keine Methode der Buchführung vorliegt, welche eine wahrheitsgetreue Uebersicht gestattet

1) Die Rechtfertigung, daß ich dieses Thema in einer Arbeit über agronomische Bodenuntersuchung discutire wird in der Entwickelung meiner Auffassung von einer wissenschaftlichen Bodenklassification gegeben werden.

über die Quote, mit welcher die einzelnen Betriebszweige (geschweige denn die einzelnen Felder!) am Gesammtreinertrage der Wirthschaft participiren, so müssen wir uns wohl gestehen, daß eine Klassificatiou des Bodens nach dem Reinertrage, den wir einmal nicht richtig ermitteln können, und der, wenn wir ihn ermitteln könnten, in den wenigsten Fällen der Productionsfähigkeit des Bodens entsprechen würde, eine rein illusorische ist.

Etwas weniger gegen sich hat der Rohertrag als Grundlage für die Bodenklassification, zu einer solchen geeignet ist er aber auch nicht. Wir müssen den Schuh gerade umkehren, wenn wir den Zweck, den die Klassification nur haben kann, erreichen wollen; der Ertrag kann nur das Ziel sein, welches wir bei der Ausarbeitung eines Klassificationssystems im Auge haben müssen, nicht aber der Punkt, von dem wir auszugehen haben. Ein Klassificationssystem soll die Totalität der Bodenvorkommen in bezüglich ihrer **Ertragsfähigkeit** und **zweckmäßigsten Kultur** möglichst gleichwerthige Gruppen sondern, aber nicht einen guten irrationell bewirthschafteten Boden mit einem vollständig heterogenen geringeren, der, weil er intelligent bewirthschaftet wird, den gleichen Ertrag giebt, in einen Topf werfen.

Die übrigen öconomischen Klassificationssysteme vermögen ebenfalls einer sachgemäßen Kritik nicht Stand zu halten; auch haben sich dieselben weit weniger Geltung verschaffen können als die angeführten [1]). Ich übergehe sie deshalb und wende mich zu den naturwissenschaftlichen Klassificationsversuchen.

Ist man auch bei den Letztgenannten nicht von gleichen Gesichtspunkten ausgegangen, so lassen doch alle das gemeinsame Streben erkennen, die verschiedenen Böden in ihrer natürlichen Beschaffenheit nach gleichartige Gruppen zu sondern. Für die verschiedenen Systeme sind drei ver-

1) Eines der bekanntesten öconomischen Systeme ist die Eintheilung des Bodens nach den für denselben besonders geeigneten Früchten der Dreifelderwirthschaft. Ganz abgesehen davon, daß bei dieser Eintheilung ihrer Natur nach zusammengehörige Böden vielfach auseinander gerissen und ihrer Natur nach nicht zusammengehörige vielfach in eine Gruppe vereinigt wurden, ist das System vollständig unzulänglich seit der Vermehrung unserer Kulturpflanzen. Letzteren Umstand erkannte Schönleutner als er sein modernisirtes System (Eintheiluug nach den Hauptfrüchten) aufstellte. So verdienstvoll es auch ist, die Unzulänglichkeit der alten Eintheilung nachgewiesen zu haben, so muß in Bezug auf das Schönleutner'sche System doch gesagt werden, daß dasselbe ebenso unwissenschaftlich ist als das alte. Sch. unterscheidet u. A. z. B. die Gruppe kleefähiger und nicht kleefähiger Boden. Mit demselben Rechte könnten wir die Pflanzen eintheilen in solche, die wir essen und solche, die wir nicht essen können.

schiedene Ausgangspunkte maßgebend gewesen, dem entsprechend gliedern sich dieselben folgendermaßen:

1. die Bodenklassification nach den wildwachsenden Pflanzen,
2. die physikalische Bodenklassification (nach den prävalirenden physikalischen Gemengtheilen),
3. die Bodenklassification auf petrographisch-geognostischer Grundlage.

Versuche, den Boden nach der wild auf ihm wachsenden Flora zu klassificiren, sind namentlich von Unger, Trommer, Senft u. A. gemacht worden. Es lehnt sich diese Klassificationsmethode am meisten an die ökonomischen an; weil auch hier nicht ausschließlich die natürliche Beschaffenheit des Bodens für die Eintheilung maßgebend ist. Die Gestaltung der wilden Flora ist nicht allein abhängig von der Constitution und Lagerung des Bodens, sondern nicht zum geringsten Theile von klimatischen Verhältnissen; man dürfte fast behaupten, daß der Einfluß des Klima's auf die Gestaltung der natürlichen Flora ein größerer ist als der des Bodens. Daher kann denn auch ein auf die wildwachsenden Pflanzen basirendes System, wie es z. B. von Trommer[1]) aufgestellt worden ist, nur in einer begrenzten Localität unter bestimmten klimatischen Verhältnissen anwendbar sein. Ganz abgesehen von anderen Gründen, die später entwickelt werden sollen, würden also schon deswegen klimatische Einflüsse bei der Entwickelung eines Bodenklassificationssystems unberücksichtigt bleiben müssen, weil ein System, wenn es brauchbar sein soll, auch die gleiche Anwendbarkeit unter allen Verhältnissen zulassen muß.

Keineswegs soll hier etwa die Ansicht vertreten werden, daß floristische Beobachtungen für die Bodenkunde werthlos seien; im Gegentheil werden Studien, wie sie uns Braungart[2]) in seinem Buche übermittelt, die Bodenkunde wesentlich fördern. So ist ja — um nur einige triviale Beispiele anzuführen — das Auftreten von Leguminosen das schärfste Reagenz für einen oft chemisch kaum nachweisbaren Kalkgehalt; die Süßgräser lassen auf guten Humus in frischer (mäßig feuchter) Lage schließen; während die Juncaceen und Cyperaceen den sauren Humus kennzeichnen. Tussilago farfara ist ein Zeichen bindigen nassen Bodens und deutet, wo er auf Sand wächst auf das Bestimmteste auf einen undurchlassenden Untergrund hin ꝛc. Durch die aufmerksame Beobachtung der wildwachsenden Flora gewinnen wir zweifellos werthvolles Material zur Beurtheilung

1) Die Bonitirung des Bodens vermittelst der wildwachsenden Pflanzen. Greifswald 1853.

2) Die Wissenschaft in der Bodenkunde; ein Leitfaden für geobotanische Studien. Berlin und Leipzig. Verlag von Hugo Voigt. 1876.

des Bodens; jedoch muß derartigen Beobachtungen die Brauchbarkeit als Ausgangspunkt für ein Klassificationssystem abgesprochen werden.

Mit der physikalischen Klassification, mit der Eintheilung und Gruppirung der Böden nach den prävalirenden Gemengtheilen, welche ja neben verschiedenen ökonomischen Klassificationsmethoden zuerst von dem genialen Begründer der Landbau-Wissenschaft, Albrecht Thaer, vorgeschlagen ist, ist bis dato am meisten der Nagel auf den Kopf getroffen. Thaer unterschied — um es kurz zusammenzufassen — folgende Bodengruppen: 1) Sandboden, 2) Lehmboden, 3) Thonboden, 4) Mergelboden, 5) Kalkboden, 6) Humusboden mit verschiedenen Untergruppen und Uebergangsgebilden. Läßt auch die angeführte Eintheilung bezüglich nothwendig zu machender feinerer Unterschiede noch Manches zu wünschen übrig, so ist durch dieselbe zweifellos zuerst der Erkenntniß Ausdruck gegeben, daß von der Qualität der einen Boden vorzugsweise zusammensetzenden Constituenten caeteris paribus der Kulturwerth desselben in erster Linie abhängig ist. Diese wichtige Thatsache zuerst richtig erkannt zu haben, ist jedenfalls ein größeres Verdienst als das, was unserer Generation zu thun übrig bleibt, nämlich auf Grund dieser Erkenntniß durch detaillirtere Beobachtung mit sachgemäßer Kritik weiter zu bauen.

Allerdings muß bemerkt werden, daß wenn auch die aufgezählten Hauptgruppen mit vorzüglicher Kritik aufgestellt sind, mit den hier übergangenen Untergruppen, die nach den für dieselben besonders geeignet sein sollenden Früchten des Dreifelbersystems unterschieden sind, der Anfangs betretene Weg der „physikalischen" Eintheilung bereits wieder verlassen ist. Es sind die durch die Qualität ihrer Constituenten unterschiedenen Hauptgruppen nicht in gleichem Sinne weiter gegliedert, und diese schwache Stelle scheint die wesentliche Veranlassung gewesen zu sein, daß von anderen Seiten das ganze System verworfen und der Versuch gemacht wurde, ein wesentlich auf petrographisch-geognostischer Grundlage basirendes an seine Stelle zu setzen.

Es ist nicht zu läugnen, daß z. B. die an sich gut characterisirte Hauptgruppe der Sandböden immerhin noch ihrem Kulturwerthe nach so heterogene Böden einschließt, daß die Absonderung von Untergruppen absolut nothwendig ist, wenn eine einigermaßen klare Uebersicht gewonnen werden soll. Keineswegs ist es für agronomische Zwecke gleichgültig, ob wir einen an Feldspath- und Amphibolith-haltigem Material reichen Sand vor uns haben, wie ihn z. B. das norddeutsche Diluvium aufzuweisen hat, oder ob wir es mit einem fast ausschließlich aus Quarztheilchen und Glimmerblättchen zusammengesetzten Sande zu thun haben, wie er sich z. B. im norddeutschen Tertiärbecken findet oder wie er aus dem Quadersand-

stein der Kreideformation und ähnlich zusammengesetzter klastischer Sandsteine durch Verwitterung hervorgeht.

Dem Mangel hinsichtlich der consequenten weiteren Durchführung in der Thaer'schen physikalischen Klassification suchten Fallou[1]) und Girard[2]) bei Aufstellung ihrer petrographisch-geognostischen Systeme dadurch abzuhelfen, daß sie auf den petrographischen Bestand des Bodens den Schwerpunkt legten. Als ein nicht besonders glücklicher Griff muß es hingestellt werden, daß sie ihre Untergruppen hauptsächlich den Muttergesteinen entsprechend, aus denen die Böden hervorgegangen, abgrenzten; sie übersahen dabei, daß die durch den Verwitterungsproceß bewirkten Gesteinsmetamorphosen keineswegs ausschließlich vom petrographischen Bestande des Gesteins, sondern mindestens in gleichem Maße von klimatischen, Lagerungs- und Relief-Verhältnissen abhängig sind. Dasselbe Gestein kann je nach Verschiedenheit der genannten Verhältnisse Böden von gänzlich verschiedener Constitution bilden; und ebenso können aus verschiedenen, bezüglich ihrer Zusammensetzung nur einigermaßen verwandten Gesteinen für agronomische Zwecke gleichwerthige Böden hervorgehen. Aus dem Grunde schon muß das petrographische Eintheilungsprincip in der Weise, wie es von den beiden Herren in Anwendung gebracht ist, verworfen werden; dadurch, daß die gut characterisirten Thaer'schen Hauptgruppen z. Th. durch andere, weit weniger sachgemäße ersetzt sind, gewinnt dasselbe keineswegs an Brauchbarkeit.

Die gediegensten Leistungen auf dem Gebiete der petrographisch-geognostischen Bodeneintheilung verdanken wir Senft[3]); derselbe stellt in vollkommen richtiger Weise nicht das Gestein, aus welchem der Boden entstanden ist in den Vordergrund, sondern er untersucht die in Frage kommenden Böden selbst auf ihren petrographischen Bestand. Die von ihm aufgestellten Gruppen legen Zeugniß ab, daß er die Sache richtig erkannt hat, und können wir freilich auch ihn von dem Vorwurfe nicht freisprechen, zu einseitig in petrographischer Richtung vorgegangen zu sein, so findet derser Vorwurf doch in dem Umstande, daß der verdienstvolle Forscher Petrograph und nicht Agronom ist, seine vollständige Rechtfertigung. Gesichtspunkte, wie sie uns Senft für die Bodenklassification eröffnet, werden für dieselbe stets maßgebend sein.

Werfen wir jetzt, nachdem wir ausschließlich die Anwendung der Petrographie auf die Bodeneintheilung der Kritik unterzogen, einen kurzen

1) Fallou, Pedologie oder allgemeine und specielle Bodenkunde. Dresden 1862.

2) Girard, Grundlagen der Bodenkunde für Land- und Forstwirthe. Halle 1868.

3) Der Steinschutt und Erdboden ꝛc. Berlin 1867.

Blick auf die allgemeine Anwendbarkeit der Geognosie für den vorliegenden Zweck, die z. B. Fallou in der Weise herangezogen hat, daß er einzelne Untergruppen von Böden nach den Sedimentär-Formationen, aus denen sie hervorgegangen, unterschied. Es ist selbstverständlich, daß eine unbedingte Anwendung der geognostischen Schichteneintheilung auf die Bodenkunde nur dann angezeigt sein kann, wenn beide Disciplinen bei ihrer Eintheilung von annähernd gleichen Gesichtspunkten ausgehen können.

Was für Ziele verfolgt nun hauptsächlich die Geologie und speciell die historische Geologie, die gegenwärtig der darstellenden Geognosie vorwiegend als Grundlage dient und daher für unseren Zweck hauptsächlich in's Auge zu fassen ist? Die Geologie will die Entwickelungsgeschichte unseres Erdkörpers ergründen; und wir dürfen wohl mit Recht behaupten, daß die gegenwärtige Richtung bei der Bedeutung, zu welcher die Paläontologie in unserer Zeit gelangt ist, in erster Linie die zeitliche Entstehung der einzelnen Schichten und erst in zweiter Linie die Art ihrer Ausbildung in Betracht zieht. Daher finden wir denn auf unseren geognostischen Karten die feinsten Unterschiede hinsichtlich des relativen Alters der Schichten berücksichtigt — es sind nach einem bestimmten Leitfossil zuweilen Schichten von wenigen Fuß oder noch geringerer Mächtigkeit besonders verzeichnet —, während man den petrographischen Unterschieden in den einzelnen gleichalterigen Schichten eine untergeordnete Bedeutung beimißt und daher auch weit weniger Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Mußten wir bereits aussprechen, daß der petrographische Gesichtspunkt nicht der einzige maßgebende für die agronomische Bodeneintheilung sein kann, so müssen wir dem geologischen jede Brauchbarkeit für unseren Zweck absprechen. Fast jede marine Sedimentärformation besteht aus Sandsteinschichten, welche vorwiegend als Küstenbildungen, und aus Kalk- und Thongesteinen, welche als chemische und mechanische Absätze des tiefen, wenig bewegten Meeres entstanden sind. Die einzelnen Faries sind nicht immer genügend auseinandergehalten; der Begriff der geologischen Formation involvirt also ein gleiches Alter ihrer Schichten, nicht aber eine substanzielle Gleichheit, bezüglich welcher sie einer anderen, älteren oder jüngeren gegenüber gestellt werden könnte.

Durch die vorstehenden Erörterungen soll nur der Nachweis geliefert werden, daß die geologischen Wissenschaften nicht geeignet sind, den einzigen oder auch nur den vorwiegenden Ausgangspunkt für die agronomische Bodenklassification zu liefern, besonders nicht in der Weise, wie sie von den Vertretern der „geognostisch-petrographischen Pedologie" herangezogen sind. Nichts liegt mir ferner als diesen Wissenschaften jedes Verdienst um die Bodenkunde und die Verwerthbarkeit ihrer Resultate für dieselbe

abzusprechen. Im Gegentheil sind wir den geologischen Wissenschaften zu großem Danke verpflichtet nicht nur für die allgemein wissenschaftliche Behandlung unseres Gebietes, für welche uns diese Wissenschaften fast ausschließlich zum Vorbilde gedient, sondern auch für eine große Anzahl werthvoller wissenschaftlicher Aufschlüsse, ohne welche unsere junge Disciplin unmöglich den Standpunkt einnehmen könnte, auf dem wir sie heute finden. Sowohl für die Entwickelung meines Klassificationssystems als auch für meinen Kartirungsversuch haben mir die geologischen Wissenschaften werthvolles Material geliefert. Ich will hier nur kurz zwei große Verdienste dieser Disciplinen erwähnen: wir haben der Anwendung derselben auf unser Gebiet einmal die richtige Würdigung der petrographischen Zusammensetzung des Bodens für den Kulturwerth desselben zu danken; wir müssen ferner anerkennen, daß wir durch Einführung der Unterschiede „Verwitterungsboden" und „Schwemmboden" erst ein tieferes Verständniß „des Bodens" gewonnen haben.

Wollen wir den Versuch machen, den Boden im wissenschaftlich-agronomischen Sinne zu klassificiren, so müssen wir uns zunächst klar darüber sein, daß die Bodenklassification weiter Nichts sein kann als ein wissenschaftliches System, daß wir somit auch alle Anforderungen an dieselbe stellen müssen, wie an jedes andere wissenschaftliche System, daß wir aber auch zu weiteren Anforderungen nicht berechtigt sind.

Die in der Wissenschaft — und speciell in den Naturwissenschaften — aufgestellten Systeme sondern sich in zwei Gruppen, in natürliche und in künstliche Systeme. Als künstliches System bezeichnen wir ein solches, welches seine Gruppen nach einzelnen willkührlich gewählten aber characteristischen und leicht erkennbaren Merkmalen unterscheidet. Die aufgeführten Klassificationsversuche würden wir fast alle als künstliche Systeme bezeichnen können, wenn nicht bei den meisten auszusetzen wäre, daß ihre herausgegriffenen Merkmale entweder nicht characteristisch oder nicht leicht erkennbar oder gar keins von Beiden wären.

Die natürlichen Systeme dagegen sollen die Gruppen ihrer — unserer augenblicklichen Erkenntniß nach — natürlichen Beschaffenheit entsprechend sondern und vereinigen, sie sollen demnach nicht nur ein Schlüssel zur Einführung in eine Wissenschaft sein, sondern auch dem augenblicklichen Standpunkte derselben Ausdruck geben. Ein natürliches System darf demnach nicht ein willkührlich angefertigtes, nur möglichst vollständiges Index sein, sondern es muß sich als logisch entwickeltes Ganzes, als harmonische Vereinigung des kritisch und scharf Gesonderten documentiren. Ein natürliches System wird demnach auch, in Folge einer wesentlichen Veränderung der wissenschaftlichen Auffassung, einem anderen das Feld räumen

müssen, während ein künstliches System unabhängig von derselben fortbestehen kann.

Uebertragen wir diese skizzenhaft hingeworfenen Grundanschauungen auf unser Gebiet, so werden dieselben auf ein Klassificationssystem des Bodens folgendermaßen anzuwenden sein:

In der agronomischen Klassification des Bodens muß ein System für die specielle Bodenkunde gegeben sein, für dessen Entwickelung einzig und allein die Bodeneigenschaften, welche von der allgemeinen Bodenkunde als die für den Kulturwerth und die Kulturmethode[1]) wesentlich maßgebenden erwiesen sind, als Grundlage dienen können[2]).

Ein in diesem Sinne ausgearbeitetes System wird weder ihrer natürlichen Beschaffenheit nach nicht zusammengehörige Böden zusammenwerfen, noch in dieser Beziehung zusammengehörige Böden auseinanderreißen; und außerdem gestattet ein derartiges System eine leichte Orientirung hinsichtlich der Ertragsfähigkeit, soweit dieselbe von der natürlichen Beschaffenheit des Bodens abhängig ist.

Mit den vorangeschickten Erörterungen dürfte wohl der Nachweis in genügender Weise geliefert sein, daß das Kapitel über Bodenklassification als natürliches Vermittelungsglied der allgemeinen mit der speciellen Bodenkunde aufzufassen ist, was wohl die Behandlung dieses Gegenstandes am Schlusse einer Abhandlung über agronomische Bodenuntersuchung, besonders wenn ein specieller Darstellungsversuch folgt, hinreichend rechtfertigt.

Wir hatten nun als die den Kulturwerth des Bodens in erster Linie bedingenden Eigenschaften das Verhalten desselben gegen Wasser, Nährstofflösungen und Wärme kennen gelernt, während der Gehalt an Pflanzennährstoffen erst in zweiter Linie in Frage kommt; wir hatten ferner ge-

---

1) Kulturwerth und Kulturmethode eigentlich ein Pleonasmus, da die Ermittelung des Kulturwerthes die Kenntniß der Kulturmethode voraussetzt, es ist dieser Zusatz hier nur gemacht, weil in den Schriften über Bodenkunde auf die Kulturmethoden und ihren Einfluß auf den Kulturwerth zu wenig Rücksicht genommen ist. — Selbstredend kann hier nur der Kulturwerth des Bodens „an sich“ in Frage kommen; klimatische Einflüsse können wenigstens im System keine Berücksichtigung finden, und die Berücksichtigung der merkantilen Lage ist überhaupt aus dem Gebiete der Bodenkunde auszuschließen, sie gehört in das Gebiet der Betriebslehre.

2) Um nicht zu weitschweifig zu werden, unterlasse ich es im Text Analogien in anderen Wissenschaften anzuführen. Besonders in den sogen. descriptiven Naturwissenschaften ist ja das Streben nicht zu verkennen, in den aufgestellten natürlichen Systemen für den speciellen Theil der allgemein wissenschaftlichen Auffassung des Gebiets in extractiver Form möglichst Ausdruck zu geben.

sehen, wie diese Eigenschaften einzelnen Bodenconstituenten zuzuschreiben sind, also das Maß ihrer Entwickelung für den Gesammtboden von dem Mengenverhältniß der einzelnen ihn componirenden Constituenten abhängig ist. In den Constituenten haben wir demnach den fundamentalen Ausgangspunkt für ein System des Bodens.

An und für sich wäre damit nichts Neues gesagt, sondern zum Alten zurückgekehrt; denn es ist ja bereits zugestanden, daß schon vor 3/4 Jahrhunderten A. Thaer den Kern der Sache richtig erfaßt hat. Jedoch muß da bemerkt werden, daß es nur das Thaer'sche Princip ist, was wir verwerthen können, die specielle Entwickelung des Systems muß selbstredend auf Grund unserer seitdem nicht unwesentlich erweiterten Kenntnisse geschehen, und selbst das Eintheilungsprinzip bedarf einer Erweiterung.

Wir haben gesehen, daß die Eigenschaften des Bodens, — besonders das Verhalten desselben gegen Wasser — nicht nur abhängig sind von der Constitution einer flachen, oberen Bodenschicht, sondern vielmehr von der Zusammensetzung des Bodens in größerer Tiefe, von den Lagerungsverhältnissen. Es muß demnach bei der Bodeneintheilung auch auf die Lagerungsverhältnisse möglichst Rücksicht genommen werden. Selbstverständlich kann man an ein System für eine noch so wenig bearbeitete Wissenschaft, wie die specielle Bodenkunde ist, nicht die Forderung der detaillirten Durchführung stellen, man kann nur einen allgemeinen Rahmen erwarten, der nach dem Stande unseres Wissens, den Fortschritten entsprechend, eine logische Weitergliederung der einzelnen Gruppen gestattet, welche, wenn sie sich auch durch gemeinsame Merkmale als zusammengehörig erweisen, mit der Erweiterung unserer Kenntnisse eine detaillirtere Gliederung nicht nur zulassen, sondern auch erfordern.

Nicht nur die Zusammensetzung der obersten Bodenschicht, sondern noch in größerem Maße die Lagerung des Bodens sind mehr oder weniger abhängig von der Entstehung des Bodens. Je nach ihrer Entstehung können wir die gesammten Bodenvorkommen in zwei große Gruppen trennen. Wir müssen die Böden, welche als mehr oder weniger verwitterter Gesteinsdetritus noch am Orte ihrer Entstehung auf dem Muttergesteine lagern, „die Verwitterungsböden", von den durch Wasserkraft vom Orte ihrer Entstehung fortgeführten und auf secundärer Lagerstätte abgesetzten „Schwemmböden" unterscheiden.

Die Verwitterungsböden zerfallen wiederum in zwei Untergruppen. Es stellen sich die aus den vorzugsweise kristallinischen Primitivgesteinen (den Eruptivgesteinen und den kristallinischen Schiefern) hervorgegangenen zu den aus den sedimentären (deuterogenen) Gesteinen entstandenen in einen gewissen Gegensatz.

Die Schwemmböden haben vor ihrer Ablagerung bereits einen groß-

artigen Schlämmproceß durchgemacht, es hat dabei bereits eine gewisse Vortrennung der Constituenten stattgefunden, das leicht zersetzbare Gestein ist beim Transport vollständig zu Schlamm zerrieben, und nur die noch festeren, widerstandsfähigeren Steine sind in gröberem Korn in denselben eingelagert. Die Böden zeigen den Character einer gewissen Vollendung, es hat ein Abschluß hinsichtlich der rapiden Verwitterung des in ihm enthaltenen festen Gesteins stattgefunden; eine Folge davon ist, daß sich die Constituentengruppen durch die mechanische Analyse aus diesen Böden relativ leicht abscheiden lassen.

Bezüglich ihrer Lagerung muß bemerkt werden, daß diese Böden zumeist — wenigstens in den Oertlichkeiten, für welche der Ackerbau vorwiegend angezeigt ist — in größerer Mächtigkeit, dem liegenden Gestein — mit dem sie genetisch nicht zusammenhängen — auflagern, so daß die Gesteinsunterlage für agronomische Zwecke relativ selten in Frage kommt. Hat man also einen Boden aus dieser Gruppe vor sich, so wird man im Allgemeinen auf „Tiefkrumigkeit" schließen können. Dagegen werden wir Gleichartigkeit von Krume und Untergrund nicht als Regel erwarten dürfen; häufig wechsellagern mit Lehmen und Thonen Sande oder Gerölle in Schichten verschiedener Mächtigkeit, je nachdem sich Strömungsdifferenzen im Wasser zur Zeit der Ablagerung geltend gemacht haben.

Wesentlich verschieden von der Gruppe der Schwemmböden sind die beiden Gruppen der Verwitterungsböden. Letztere haben das Gemeinsame, daß sie sich beide noch in der ersten Phase der Wanderung befinden, welche der Boden durchläuft, um wiederum festes Gestein zu werden; bei beiden Untergruppen ist daher auch der Verwitterungsproceß der Gesteinsmasse nicht zu dem Abschluß gelangt wie bei den Schwemmböden. Daher lassen sich denn auch die einzelnen Constituentengruppen nicht so leicht mittels der mechanischen Analyse abscheiden als dies bei den Schwemmböden der Fall ist. Man muß die Böden lange kochen (1—2 Stunden lang), bevor man zum Abschlämmen schreitet, weil sonst eine genaue Abscheidung der concretionär an den Steinpartikeln sowie aneinander haftenden Thonsubstanz nicht möglich ist, und zwar ist die Trennung am schwierigsten bei den Böden — insonderheit den Thonböden — der deuterogenen Gesteine [1]). In den deuterogenen Gesteinen haben wir

1) Schwemmböden und Verwitterungsböden sind daher stets als ihrer Constitution nach verschiedene anzusehen. Man muß stets in Rechnung ziehen, daß die mechanisch abgesonderten Constituentengruppen in den Verwitterungsböden noch vielfach in concretionärer, also mehr steinartiger Form vorhanden sind. Auch sind die einzelnen hydraulischen Werthe der Verwitterungsböden nicht ohne Vorbehalt mit denen der Schwemmböden zu vergleichen. Trotz der sorgfältigsten Abscheidung werden

ja einen „ehemaligen Boden" vor uns, welcher die Wanderung zum festen Gestein bereits zurückgelegt hat; der aus der Verwitterung der Primitivgesteine hervorgegangene Gesteinsdetritus wurde durch Wasserkraft fortbewegt, um an anderer Stelle als „Schwemmboden" abgesetzt zu werden, der dann durch immense Zeit und Druckverhältnisse, zu denen häufig Infiltration verkittender Lösungen von außen und andere Ursachen hinzukamen, zu Stein erhärtete. Wie der Gesteinsdetritus der Primitivgesteine ausschließlich das Material lieferte zur Bildung der ältesten Sedimentärformationen, so lieferte er auch im Verein mit den Verwitterungsproducten derselben das Material für jüngere Formationen; und in gleicher Weise geht es fort bis auf den heutigen Tag; aus den Zerstörungsproducten des alten Gesteins schafft die Natur das neue!

Wir können also den Verwitterungsboden der deuterogenen Gesteine als einen zu Stein erhärteten Urschlamm auffassen, welcher im Begriffe steht, sich wiederum in seine Elemente aufzulösen.

Auch die Verwitterungsböden der Primitivgesteine zeigen selten in gleicher Weise wie die Schwemmböden einen gewissen Abschluß eines Verwitterungsstadiums, häufig werden sie aber einem solchen näher kommen als die erstgenannten Verwitterungsböden, indem die leichter zersetzlichen Mineralien (Feldspäthe, Amphibolithe ꝛc.) verwittern und die schwer zersetzlichen (Quarz, Glimmer ꝛc.) in der verwitterten Masse freigelegt werden[1]).

Bezüglich ihrer Lagerung muß von den Verwitterungsböden gesagt werden, daß sie die flachkrumigsten Böden sein werden, die einen steinigen Untergrund in nicht großer Tiefe erwarten lassen, „das Gestein, aus dem sie entstanden". In der Tiefe, bis zu welcher Mürbung und Verwitterung eingetreten ist, werden sie jedoch gleichartig sein. — Am tiefkrumigsten und zugleich am wenigsten gleichartig sind im Allgemeinen die Verwitterungsböden der deuterogenen Gesteine anzusehen. Bei der ursprünglichen Ablagerung haben ja auch hier vielfach Thon und Lehmschichten mit Sand und Geröllschichten gewechselt, wie bei den Schwemmböden; aber soweit die differenten Schichten eine gewisse Mächtigkeit nicht erreichten, ist ein Ausgleich durch Mischung in der Weise erfolgt, daß dieselben durch Zeit- und Druckverhältnisse in einander gepreßt wurden; sie nehmen also bezüglich der Gleichartigkeit von Krume und Untergrund eine Mittel-

---

die gröberen Schlämmproducte der Verwitterungsböden stets noch Thon concretionär einschließen. Man vergleiche den höheren Thongehalt im Staube des Thones des unteren Buntsandsteins auf S. 25.

1) Als extremes Beispiel eines bezüglich der Verwitterung abgeschlossenen Verwitterungsbodens von Primitivgesteinen kann der Kaolin gelten.

stellung zwischen den Schwemmböden und den häufig in größerer Mächtigkeit aus der gleichen Gesteinsvarietät bestehenden Verwitterungsböden der Primitivgesteine ein.

Scheint auch eine vollständige Auflösung in die Elemente ihrer Bildung bei den Verwitterungsböden der deuterogenen Gesteine nur langsam und schwierig vor sich zu gehen, so findet doch bei dem meist weniger harten Gestein in der Regel Mürbung in größerer Tiefe statt als bei den härteren Primitivgesteinen, die in weniger mächtigen Schichten, in solchen aber nicht selten vollständiger zu verwittern scheinen.

Für unser System würden uns demnach als Ausgangspunkt zwei Hauptgruppen gegeben sein, von denen sich die eine in zwei Untergruppen gliedert:

I. Verwitterungsböden. II. Schwemmböden.

A. der Primitivgesteine. B. der deuterogenen Gesteine.

Mit dem Gesagten dürfte zur Genüge die Wichtigkeit der Unterscheidung der gemachten Gruppen nachgewiesen sein. Dieselben sind nicht nur hinsichtlich ihrer Lagerungsverhältnisse als principiell verschieden aufzufassen, sondern müssen auch als zwei in gänzlich verschiedenen Stadien der Entwickelung stehende Gruppen angesehen werden, deren differente natürliche Beschaffung ein Auseinanderhalten für systematische Zwecke vollkommen rechtfertigt.

Innerhalb der abgegrenzten Gruppen hätten wir die weitere Unterscheidung nach den prävalirenden Constituenten vorzunehmen. Es würde unzweckmäßig sein, bei der Eintheilung alle aufgeführten Constituenten gleichwerthig zu berücksichtigen; ich gebe daher für die Klassification auch den Constituenten, welche die Böden in leicht kenntlicher Weise characterisiren, wie Thon, Sand, Kalk, Humus ꝛc., den Vorzug vor denen, bei welchen dies weniger der Fall ist, wie zeolithartige Mineralien ꝛc. Diesem Grundsatze gemäß empfiehlt es sich, zunächst die von Thaer gegebene physikalische Eintheilung im Wesentlichen zu adoptiren und erst innerhalb dieser Gruppen eine weitere Gliederung vorzunehmen.

Die hier in erster Linie zu fixirenden Gruppen sind:

1) Thonboden; 2) Lehmboden; 3) Kalkboden; 4) Sandboden; 5) Schuttboden (Geröll- und Grusboden); 6) Humusboden.

1. Die Gruppe der Thonböden.

Obgleich das auf den vorigen Seiten entwickelte Eintheilungsprincip bereits mannichfach Anwendung gefunden hat, so vermissen wir bisher

mit einer wissenschaftlichen Entwickelung desselben zugleich eine scharfe Characteristik der auseinander zu haltenden Gruppen.

Detmer[1]) bleibt uns in seinem Buche mit dem Versuche der Aufstellung eines Systems, das er nicht entwerfen zu können gesteht, auch die Definitionen der einzelnen Bodengruppen schuldig. Krafft[2]) hat offenbar eine unzulängliche Definition des um die Bodenkunde übrigens so hochverdienten Senft abgeschrieben, wenn er als Thonböden — in analoger Weise verfährt er mit den übrigen Bodengruppen — „Bodenarten von mindestens 60% Thonsubstanz, Sand in wechselnden Mengen, 2—7% Kieselmehl und 4—5% Eisenoxydhydrat" zusammenfaßt. Auch die von Krafft gegebene weitere Gliederung der Gruppe in „strengen Thonboden", „gewöhnlichen Thonboden" und „milden oder lehmigen Thonboden" ist nichtssagend und ungenügend von ihm begründet.

Wenn wir bedenken, daß reine Thonsubstanz ($Al_2O_3 2[SiO_2] + 2H_2O$) weder in der Natur vorkommt, noch auf mechanischem Wege abzutrennen ist, so liegt es auf der Hand, daß mit den mindestens 60% Thonsubstanz ein entsprechender Procentsatz sogen. abschlämmbarer Theile, die durch irgend welche nicht weiter angegebene Methoden abgetrennt sind, gemeint ist. Ueberblicken wir die auf S. 24 ff. angeführten Analysen der feinsten Theile der beiden untersuchten Thonböden, so finden wir, daß die des Tertiärthon, der von jedem Landwirthe als strenger oder zäher Thon bezeichnet werden würde, neben einem nicht unbedeutenden Gehalte an zeolithartigen Mineralien und Quarzstaub dem Gehalte der in SO_3 löslichen Thonerde und Kieselsäure (incl. der im unlöslichen Rückstande durch Kochen mit Na_2OCO_2 extrahirten) entsprechend, etwa 34% wasserfreien Thon in der getrockneten Substanz enthalten, und bei den feinsten Theilen des Verwitterungsthones des unteren Buntsandsteins die auf diese Weise berechnete Thonsubstanz nur etwa 21%[3]) beträgt.

Wenn nun auch, wie ja bereits schon an anderer Stelle (S. 28 ff.) nachgewiesen, diese feinsten Theile keineswegs als Thon, sondern als eine Constituentengruppe, den Thon seiner Hauptmasse nach einschließend, aufzufassen sind, so dürften dieselben doch, wie überhaupt die hydraulischen

1) Detmer, die naturwissenschaftlichen Grundlagen der allgemeinen landwirthschaftlichen Bodenkunde. Leipzig und Heidelberg 1876. S. 514 ff.

2) Vgl. Krafft, Lehrbuch der Landwirthschaft ꝛc. I. Band. Allgemeine Ackerbaulehre. 2. Auflage. Berlin 1878. S. 50 und Senft, der Steinschutt und Erdboden, Berlin 1867. S. 292.

3) Berechnet nach der in SO_3 löslichen Thonerdemenge. Auf Gesammtfeinboden berechnet, ergiebt sich für den Tertiärthon bei einem Gehalte an feinsten Theilen von 75,4% etwa 25% wasserfreier Thon; für den Buntsandsteinthon bei 50% feinsten Theilen 10,5% wasserfreier Thon.

Werthe, die bis jetzt einzig vorliegende wissenschaftliche Begründung der physikalischen Bodeneintheilung abzugeben geeignet sein. Ist auch zu hoffen, daß es mit der Zeit gelingen wird, die mit dem Schöne'schen Apparate abgeschiedenen feinsten Theile auf mechanischem Wege noch weiter zu zerlegen, und ist dann nach den Andeutungen, zu welchen die wenigen von mir ausgeführten vergleichenden Analysen von hydraulischen Werthen von Thonen und Lehmen, wie ich glaube, berechtigen [1]) zu erwarten, daß die feinsten Theile der Thone mit denen der Lehme nicht vollständig identificirt werden können, so dürfte doch durch die vorliegenden Untersuchungen bereits verwerthbares Material zur Characteristik der Gruppen beigebracht sein.

Wie die nachfolgenden mechanischen Analysen zeigen, machen die feinsten Theile bei den ausgesprochenen Thonböden mindestens 50 % aus, und steigen bis zu einem Gehalte von etwa 75 %, ohne daß damit gesagt sein soll, daß sie nicht auch noch in einem höheren Procentverhältnisse am Gesammtgehalte des Bodens participiren könnten.

Wenn dieselben bei einzelnen Verwitterungsböden etwas unter 50 % bleiben, trotzdem wir derartige Böden als echte Thonböden ansprechen müssen, so liegt das eben in der dargelegten Eigenthümlichkeit der Verwitterungsböden, in der häufig noch wenig vorgeschrittenen Verwitterung. Für eine derartige Erklärung sprechen noch speciell die analytischen Resultate: der Ausfall an feinsten Theilen ist in der Regel nicht durch Mehrgehalt an Staub, sondern durch solchen an Sanden und gröberen Gesteinsfragmenten, die eben bei weitergehender Zersetzung Thon bilden gedeckt.

Daß sich wie überall in der Natur, so auch hier Uebergänge finden, die nicht mehr als typische Thone angesprochen werden können, ist selbstverständlich und wird auch durch das Gesagte nicht in Abrede gestellt.

Die Untergruppirung muß zunächst erfolgen nach der Menge der gröberen Beimengungen, welche jedenfalls bis zu einem gewissen Grade von Vortheil für den Kulturwerth dieser Bodengruppe sind, indem sie die Bildung größerer Hohlräume im Boden ermöglichen und auf diese Weise den „verschlossenen" Boden der Luft- und Wassercirculation öffnen. Wir hätten in der Richtung etwa zähen (von gröberen Gemengtheilen nahezu freien) Thonboden dem sandigen, kiesigen und steinigen gegenüberzustellen [2]). Werfen wir einen Blick in die beigefügte Tabelle mechanischer Analysen,

---

1) Vgl. Seite 28 ff.

2) Wie bei der „Besprechung des Sandes" dargelegt wird, bezeichne ich als feinen Sand Mineralindividuen (resp. Gesteinsfragmente) von 0,5—0,05 Mm. Korngröße, als groben Sand solche von 4—0,5 Mm. Korngröße, als Kies (Grand) solche von 10—4 Mm. Korngröße, die größeren als Steine (Gerölle, Grus ꝛc.)

so leuchtet die Wichtigkeit ein, die geognostischen Formationen, wenn auch nicht als Eintheilungsprincip zu wählen, so doch für Bonitirungs- und Kartirungszwecke zu berücksichtigen. Es ist zu vermuthen, daß die der gleichen Facies einer Formation angehörigen Böden, gewisse individuelle Eigenthümlichkeiten, gleichsam einen gemeinschaftlichen Familientypus besitzen, welcher sie von anderen constitutionell der gleichen Gruppe angehörigen Böden unterscheidet; allerdings bedarf diese Vermuthung noch der Bestätigung durch ausgedehntere Untersuchungen. Auf meinem Kartirungsterrain sind z. B. die Thonböden des unteren Buntsandsteins als *sandige* Thonböden den *zähen* der Lette des oberen Zechsteins und des Tertiär gegenüberzustellen. Selbstverständlich versprechen derartige Unterschiede nach den Formationen vorwiegend eine locale, weniger eine allgemeine Bedeutung zu gewinnen.

In der folgenden Tabelle sind einige mechanische Analysen typischer Thonböden zusammengestellt. Der Thon des unteren Buntsandsteins kann als ein sandiger Thonboden bezeichnet werden; die übrigen sind von mehr oder weniger zähem Character.

Die Zahlen geben den Prozentgehalt des lufttrockenen Feinbodens an. Der hohe Gehalt an feinsten Theilen, welcher eben die Böden als Thonböden characterisirt, ist durch fetten Druck äußerlich hervorgehoben.

Körnelung in Mm.	Verwitterungsthon der Primitivgesteine.	Verwitterungsthon der deuterogenen Gesteine.				Schwemmthon.
	Kaolin aus Porphyr Steinerne Jungfrau bei Halle a./S.	Lettenthon der oberen Zechsteinformation Crimderode b. Niedersachswerfen. roth.	weiß.	bläulich mit gelben Adern.	Thon des unteren Buntsandsteins Crimderode bei Niedersachswerfen	Tertiärthon Gumpe bei Nordhausen blaugrau.
4—3	—	0,560	0,038	0,068	1,252	—
3—2	0,126	1,246	0,062	0,156	1,472	—
2—1,5	0,392	2,030	0,062	0,132	0,432	0,010
1,5—1	1,382	2,306	0,130	0,368	0 302	0,550
1—0,5	3,744	3,882	0,424	1,150	0,274	0,096
0,5—0,25	5,264	} 11,510	} 4,026	} 9,844	1,856	} 4,722
0,25—0,1	1,390				4,262	
0,1—0,05	13,362	9,460	6,610	11,776	14,450	5,748
0,05—0,01	15,440	18,124	15,900	18,516	17,602	11,862
unter 0,01	59,600	50,000	71,268	56,896	57,488	75,410

Als weitere Merkmale für die Gliederung wären heranzuziehen, das reichliche Vorhandensein oder Fehlen des Humus und des Kalk, wodurch

etwa die Gruppen: humusreich und humusarm (resp. humusfrei), kalkreich, mergelig und kalkarm (resp. kalkfrei) gebildet würden. Daß sich auf diese Weise auch Gruppen abgliedern, welche durch mehrere dieser Merkmale (z. B. kalk- und humusreich ꝛc.) characterisirt sind, bedarf kaum der Erwähnung.

2. Die Gruppe der Lehmböden.

Denken wir uns in einem Thonboden die feinsten Theile soweit zurücktreten, daß sie nur etwa 20 % bis 1/3 des Gesammtbodens betragen, wobei natürlich mäßige Schwankungen über die Minimal- und Maximalgrenze hinaus nicht ausgeschlossen sind, substituiren wir für das Defizit an feinsten Theilen Sand oder Mineralstaub, so haben wir einen Lehmboden vor uns.

Wie die Thonböden, so können auch die Lehmböden sowohl der Gruppe der Verwitterungsböden als der der Schwemmböden angehören; es muß das wenigstens für die sogen. gemeinen Lehme vorausgesetzt werden. Da ich jedoch bis jetzt nur Gelegenheit hatte, Schwemmlehme zu untersuchen, so will ich mich hier auf die Characteristik dieser Lehme, die ich aus eigener Anschauung kenne, beschränken. Kommen Verwitterungslehme irgendwo in Frage, so werden dieselben ohne Schwierigkeit in das System einzureihen sein.

Nach den von mir ausgeführten chemischen Analysen zu urtheilen, scheinen die feinsten Theile der Lehmböden procentisch reicher an leicht löslichen Silicaten und ärmer an Thon zu sein als die der Thonböden; doch ist das vorliegende Material noch längst nicht hinreichend, um einen derartigen Schluß sicher zu stellen.

Die in den Lehrbüchern allgemein verbreitete Ansicht, daß die „Lehmsubstanz" reicher an Kieselsäure, Quarz (Senft'sches Kieselmehl) sei als die „Thonsubstanz" ist unklar und verschwommen und kann leicht zu Irrthümern Veranlassung geben. Wenn man freilich — wie das bisher geschehen ist — zur chemischen Analyse den gesammten, günstigsten Falls vorher durch ein Sieb von 1 Mm. Lochweite geschlagenen Boden verwendet, also mit den feinsten Theilen zugleich Staub und Sand untersucht, so müssen sich allerdings die an Staub und Sand reicheren Lehme den Thonen gegenüber als die an Quarz reicheren ducumentiren. In einer derartigen Form kann aber das untersuchte Material einer „Durchschnittsprobe" nicht entsprechen, und schon deswegen der analytische Befund ein scharfes Kriterium zur Characteristik der „Lehmsubstanz" nicht abzugeben geeignet sein.

Der Lehm besitzt allerdings in Folge seines höheren Gehaltes an Mineralstaub und Sand auch einen höheren Quarzgehalt als der Thon.

Ob sich aber die feinsten Theile der Lehme von denen der Thone durch einen höheren Quarzgehalt principiell unterscheiden, ist noch nicht erwiesen.

Daß auch in den feinsten Theilen der Lehme der Kieselsäuregehalt so hoch steigen kann, daß auf Grund dessen die Abgliederung einer besonderen Untergruppe gerechtfertigt erscheint, dafür soll ein Beispiel später beigebracht werden. Derartige Einzelbeobachtungen aber auf Alles, was wir Lehm nennen zu verallgemeinern, wäre unrichtig; und daraus ein characteristisches Merkmal für die feinsten Theile des Lehmes zu bilden um so weniger zulässig, da wir noch nicht wissen, wie hoch der Kieselsäuregehalt in den feinsten Theilen der Thone steigen kann.

So lange nicht durch mechanische oder chemische Analysen principielle Unterschiede in den jetzt als „feinste Theile" bezeichneten Producten beider Bodengruppen sicher festgestellt sind, fühle ich mich vom objectivem Standpunkte aus verpflichtet, beide als stofflich einigermaßen gleichwerthige Producte anzusehen, was auch keineswegs unrichtig ist, wenngleich sich — wie bereits mehrfach angedeutet — bezüglich der stofflichen Zusammensetzung feinere Unterschiede zwischen den hydraulischen Werthen beider Bodengruppen vermuthen lassen.

Können wir nach unserem augenblicklichen Wissen als einzigen Unterschied des Lehmes dem Thone gegenüber nur den geringeren Gehalt an „feinsten Theilen" und damit selbstredend auch an Thon gelten lassen, so wird für die weitere Gliederung der Lehme in erster Linie maßgebend sein, ob Sande oder feiner Mineralstaub im Uebrigen den Hauptbestand bilden; die an Sand reichen Lehme faßt man als gemeine Lehme zusammen, die an Staub reichen bezeichne ich als Löß. Weitere wichtige Unterscheidungsmerkmale würden dann wiederum im Humus- und Kalkgehalt zu suchen sein.

Die gemeinen Lehme sind dadurch kenntlich, daß den feinsten Theilen Sande *verschiedener* Korngröße beigemengt sind; daher fühlen sich die Lehme beim Reiben zwischen den Fingern rauh, sandig, ungleichkörnig an. Nicht selten zeigen diese Lehme, wie der gleich zu besprechende Löß, einen nicht unerheblichen Kalkgehalt. Es ist dann natürlich allein Sache der Convention, ob man derartige Böden als Varietäten der Lehmgruppe oder als solche der Kalkgruppe (speciell Mergelgruppe) auffassen will. Ich möchte mich dahin entscheiden, daß mergelige Böden, bei denen der Thon-, Lehm- oder Sandcharacter in den Vordergrund tritt, auch der entsprechenden von den drei Bodengruppen als „mergelige Varietät" einzureihen sind. Es würden danach die mergeligen Böden, welche hauptsächlich durch Beackerung zu nutzen sind, als mergelige Varietäten einer der drei Gruppen, solche, welche vorwiegend zur Mergelung zu nutzen

sind, den Kalkböden einzureihen sein, was ja nicht ausschließt, daß man mit den erstgenannten nicht auch mergeln, die letztgenannten nicht auch beackern könnte.

Für unser Norddeutschland dürften wohl die kalkhaltigen wie kalkfreien Lehme, welche einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Diluviums haben, als ein Typus unserer gemeinen Schwemmlehme hingestellt werden können. Dieselben zeigen eine ziemlich constante Zusammensetzung: der Gehalt an feinsten Theilen steigt nur ein Geringes über 20%; Mineralstaub enthalten diese Lehme in nur geringen Mengen; dagegen bilden den Hauptbestand Sande, bezüglich ihrer Korngröße von 0,5—0,05 Mm. schwankend.

Ich lasse die von mir ausgeführten Analysen eines Vorkommens von Diluviallehm und Diluviallehmmergel[1]) von Halle a./Saale folgen, und schließe denselben einige Orth'sche[2]) Analysen aus der Mark Brandenburg (Umgegend von Rüdersdorf) an, und bemerke dabei gleich, daß die Diluviallehme der Mark Brandenburg äußerlich ein etwas „sandigeres Aussehen" haben als die Hallenser Vorkommen. Die Zahlen geben den Procentgehalt des lufttrockenen Feinbodens an; durch die fettgedruckten Zahlen sollen die Gemengtheile, deren Prävaliren für die Ablagerung charakteristisch erscheint, mehr hervorgehoben werden.

Körnelung in Mm.	Diluviallehm Halle a./Saale.	Diluviallehmmergel Halle a./Saale.
4—3	0,632	0,716
3—2	1,078	0,916
2—1,5	1,242	1,210
1,5—1	1,576	1,548
1—0,5	4,194	3,734
0,5—0,25	**30,086**	**26,360**
0,25—0,1	6,766	6,698
0,1—0,05	**25,180**	**32,494**
0,05—0,01	7,986	5,324
unter 0,01	21,062	20,976

1) Die hier analysirten Hallenser Diluvial-Geschiebemergel gehören nach Laspeyres dem mittleren Diluvium an.

2) Abhandlung zur geolog. Specialkarte von Preußen und den Thüring. Staaten. Bnd. II. Heft 2. S. 59 a. a. O.

Analysen von Orth.

Körnelung in Mm.	Ober Geschiebemergel Unterförsterei Kalkell.	Unterer Geschiebemergel Tasdorf.	Mergeliger Geschiebelehm Gut Rüdersdorf.	Geschiebelehm Bahnhof Rüdersdorf.	Geschiebemergel (Lehmmergel) Bahnhof Rüdersdorf.
über 3	—	—	—	0,56	—
3—1	—	—	—	3,34	4,34
über 1	5,21	4,34	0,31	—	—
1—0,5	10,84	8,87	0,65	7,78	8,87
0,5—0,2	23,66	24,11	10,92	17,79	24,11
0,2—0,1	14,03	15,53	7,72	18,97	15,53
0,1—0,05	15,36	15,86	30,63	13,43	15,86
0,05—0,01	9,18	11,01	20,11	9,63	11,01
unter 0,01	20,01	19,68	28,32	28,70	19,68

Wie aus den Analysen ersichtlich, sind es Sande von 0,5—0,05 Mm. Korngröße schwankend, welche den Bestand der Diluviallehme zur Hälfte ausmachen; der Staub betheiligt sich nur in einem Procentverhältniß bis zu etwa 10 % an der Zusammensetzung; nur in dem mergeligen Geschiebelehm von Gut Rüdersdorf steigt der Staubgehalt bis zu 20 %.

Schließlich führe ich noch zwei Alluviallehme von Crimderode an, bei denen, wenngleich sie noch als gemeine (ungleichkörnige) Lehme aufzufassen sind, der Staub doch in höherem Maße Antheil an der Zusammensetzung nimmt.

Alluviallehm von Crimderode.

Körnelung in Mm.	Kleine Ellern mehrere Meter mächtig.	Zorgebett 20—30 Cm. mächtig.
4—3	0,212	1,580
3—2	0,072	1,852
2—1,5	} 0,916	3,668
1,5—1		6,970
1—0,5	1,126	15,176
0,5—0,25	10,350	20,896
0,25—0,1	8,182	4,336
0,1—0,05	14,636	6,146
0,05—0,01	32,476	20,306
unter 0,01	30,416	19,380

Wenn ich den gemeinen ungleichkörnigen Schwemmlehmen eine Gruppe von gleich- und feinkörnigen, durch einen hohen Gehalt an Mineralstaub characterisirten Lehmen unter dem Namen Löß gegenüberstelle, so bedarf

dies jedenfalls der Rechtfertigung. Der Begriff Löß wird von den einzelnen Autoren sehr verschieden gefaßt, und zwar gehen die Ansichten im Wesentlichen nach zwei Richtungen auseinander: die Einen wollen mit der Bezeichnung Löß einen entweder ausschließlich oder doch vorwiegend geologischen Begriff verbunden wissen, während Andere dieselbe als rein petrographischen Begriff hinstellen.

Zweifellos ist, daß der Name Löß zuerst für die im Rheinthale abgelagerten feinkörnigen Lehme gebraucht ist, dann aber bald die vielseitigste Anwendung erfahren hat. Einige — doch sind das nur Wenige — dehnten den Namen eigentlich auf alle angeschwemmten Lehme, unabhängig von der Art ihrer Körnelung aus, Andere forderten für den Löß, für den außerdem die Feinkörnigkeit Bedingung war, daß er der Absatz aus süßen Gewässern sein müsse, noch Andere vertraten die Ansicht, daß nur marinen Bildungen dieser Name mit Recht zugesprochen werden dürfe. Die Ersteren sehen daher das Vorkommen von Land- und Süßwasserconchylien wie Succinea oblonga, Pupa muscorum ꝛc., die Letzteren das von Kreidebryozoen (v. Bennigsen) als Ausschlag geben an, daß eine feinkörnige Lehmablagerung als Löß angesprochen werden könne.

Faßte man den Begriff im petrographischen Sinne, so waren Alle dahin einig, daß derselbe nur fein- und gleichkörnige Lehme einschließen könne, für die von Manchen außerdem noch ein gewisser Gehalt an kohlensaurem Kalk als unbedingt nothwendig für den Lößcharacter erachtet wurde, während ein solcher von Anderen als vollständig irrelevant hingestellt ist.

So lange bezüglich der Formulirung eines Begriffes die Ansichten divergiren, wird man berechtigt sein, sich der Formulirung anzuschließen, die man für die sachlich angemessendste erachtet. Die klarste und zweckmäßigste Erläuterung des Lößbegriffes ist zuerst von Jentsch[1]) gegeben worden. Nachdem Jentsch in vollkommen richtiger Weise die dem Löß zugeschriebenen Eigenschaften: die Bildung senkrechter Abstürze (ohne Böschung), den plötzlichen gleichmäßigen Zerfall im Wasser, das scharfe, rauhe aber gleichmäßige Anfühlen beim Reiben zwischen den Fingern ꝛc. auf die Zusammensetzung desselben aus feinen, nahezu gleich großen Mineralkörnern zurückgeführt hat, führte er Körnermessungen mit Ablagerungen aus, welche diese Eigenschaften in hohem Maße zeigten, und die er daher mit Recht als Löß ansprach.

Ueber die Resultate seiner Messungen sagt Jentsch Folgendes: „Von einer Anzahl verschiedener Punkte unseres Gebietes (des sächsischen

1) Ueber das Quartär der Gegend von Dresden und über die Bildung des Löß im Allgemeinen. Inaugural-Dissertation. Halle, Gebauer-Schwetschke'sche Buchdruckerei 1872.

„Elbthales) wurden Lößproben untersucht und jede derselben ergab, daß „die bei weitem größte Zahl der Körner zwischen 0,02 und 0,04 Mm. „Durchmesser besaß. Verhältnißmäßig wenige waren kleiner und nur „einzelne verstiegen sich bis zu 0,1 Mm., in einem Falle auch 0,2 Mm. „Genau dasselbe Maß 0,02—0,04 Mm., einzelne Körner bis 0,1 Mm., „verzeichnete ich (Jentsch) bei dem Löß von Naumburg, der durch petro„graphische Beschaffenheit und Gehalt an Landschnecken genügend characte„risirt ist. Und wesentlich dasselbe, nämlich zumeist 0,02—0,03, einzelne „Körner bis 0,1 Mm., notirte ich auch für den Löß von Heidelberg[1])."

Soweit Jentsch. Es ist nach dieser Auffassung, welche mir die einzige von den herrschenden zu sein scheint, die einen präcisen Lößbegriff ermöglicht, der Löß ausschließlich durch petrographische Merkmale characterisirt. Die bereits seit langer Zeit als „hercynischer Löß" bezeichneten Lehme, zeigen denn auch die von Jentsch für den Löß geforderte Zusammensetzung, sie sind nahezu zur Hälfte und darüber hinaus aus feinem Mineralstaub zusammengesetzt, welcher sich bezüglich seiner Korngröße in den Grenzen von 0,05—0,01 Mm. bewegt, und bei den typischen Lößen nie erheblich weniger als 40 % beträgt. Der Gehalt an feinsten Theilen schwankt wie bei den gemeinen Lehmen um 20 % herum, dürfte jedoch wohl kaum jemals erheblich mehr wie 30 % betragen.

Die Entstehung des Lößes ist unter verschiedenen speciellen Bedingungen möglich. Selbstredend wird ein derartig fein- und gleichkörniges Gebilde nicht durch Verwitterung an Ort und Stelle entstehen können, sondern es kann in jedem Falle nur das Product eines Schlämmprocesses, eine angeschwemmte Ablagerung sein. Durch das kräftig strömende Wasser wird grober wie feiner Gesteinsdetritus, vom kopfgroßen Gerölle bis zum feinsten Thonschlamm hinweggeführt. Verlangsamt sich die Stromgeschwindigkeit, so werden die schweren Theile zu Boden sinken, sich absetzen und nur diejenigen, welche leicht genug sind, um bei der entsprechenden Stromgeschwindigkeit in Suspension bleiben zu können, den Weg mit dem Wasser weiter fortsetzen. Zum Theil allerdings werden auch feine Theile von den gröberen mit niedergerissen; auf diese Weise erfolgt ja die Bildung lehmiger Geröllablagerungen und gemeiner, grobsandiger Schwemmlehme. Umgekehrt werden in einem stark mit Thonschlamm geschwängerten Wasser von der in Folge dessen specifisch schwereren Flüssigkeit gröbere Theile zurückgehalten, als der Stromgeschwindigkeit des klaren,

---

[1]) Auf derselben Seite (S. 52) führt Jentsch an, daß nach seinen mikroskopischen Untersuchungen bei plastischen Thonen die Mehrzahl der Mineralkörner die Größe von 0,01 Mm. nicht überschritten, eine Ansicht, die durch meine Analysen von Thonböden als sicher festgestellt angesehen werden muß.

specifisch leichteren Wassers entsprechen würden. Diese fallen dann später bei noch mehr abnehmender Geschwindigkeit mit den feineren Theilen aus; und es ist in diesem Umstande eine der Ursachen des vereinzelten Vorkommens von vereinzelten Geschieben und gröberen Beimengungen in schlammartigen und feinkörnigen Ablagerungen zu suchen.

Hat sich die Geschwindigkeit des strömenden Wassers soweit verlangsamt, daß dasselbe nur noch einen Weg von 2 Mm. in der Secunde zurücklegt, so ist alles Material, welches geeignet war, Geröllablagerungen, Sande und gemeine Lehme zu bilden bis auf geringfügige Reste bereits ausgeschieden und nur noch der Thon und der feine Mineralstaub unter 0,05 Mm. Korngröße in Suspension. Verlangsamt sich nun die Geschwindigkeit noch weiter bis etwa höchstens auf den zehnten Theil (0,02 Mm. per Secunde), so wird sich der Staub von 0,05—0,01 Mm. zu Boden setzen, wobei selbstredend ein Theil des feinsten Gesteinsdetritus mit niedergerissen wird, welcher letztgenannte erst im absolut stagnirenden oder doch nur minimal bewegten Wasser vollständig zu Boden sinkt. In dem Grad der Verlangsamung, sowie in der plötzlichen oder allmählichen Verminderung der Stromgeschwindigkeit finden die Variationen in der Körnelung, die innerhalb der als „Löß" zu bezeichnenden Ablagerungen zu beobachten sind, ihre Erklärung.

Eine Abnahme der Stromgeschwindigkeit in dem angeführten Maaße, und zwar eine insoweit allmählich stattfindende Abnahme, daß dadurch die vorherige Abscheidung des gröberen Materials ermöglicht ist, ist die einzige geologische Bedingung, an welche die Entstehung des Löß geknüpft ist. Ob diese Verminderung der Stromgeschwindigkeit in einem Meerbusen, oder in einem Landsee oder in einem ausgetretenen Flusse in Folge Verflachung des Bettes eintritt, das dürfte für die Constitution des resultirenden Absatzes und in Folge dessen für die Benennung desselben irrelevant sein. Im ersteren Falle werden sich selbstredend vielfach Meeresconchylien, im letzteren können sich nur Land- und Süßwasserconchylien in den abgesetzten Lößen finden.

Eine bislang noch nicht erwähnte Möglichkeit der Lößbildung, wie sie z. B. Laspeyres[1]) für die Lößablagerungen im Diluvium der Umgegend von Halle a./Saale supponirt, wäre hier noch anzuführen. Laspeyres ist der Ansicht, daß diese Löße als Regenbildungen aus dem Geschiebelehm hervorgegangen sind. Es hat diese Erklärung viel für sich; die Entstehung mancher Lößvorkommen dürfte auf diese Ursache zurückzuführen sein. Die Beobachtung, daß das Regenwasser Gesteinsdetritus in

1) Erläuterungen zur geolog. Specialkarte von Preußen ꝛc. Nr. 263. Blatt Petersberg, S. 14 und 15.

Suspension mit sich fortführt, kann Jeder täglich machen, und daß das die Berge hinabfließende Regenwasser den Bedingungen, welche die Lößbildung an die Regulirung der Stromgeschwindigkeit stellt, häufig entspricht, ist wohl anzunehmen. Die sog. Floßlehme, welche sich an den Abhängen der Berge in mächtigen Schichten abgelagert finden, und die ihrem petrographischen Character nach zum großen Theil als Lößablagerungen angesehen werden müssen, haben sicherlich in vielen Fällen, ausschließlich dem Regenwasser ihre Entstehung zu danken.

Bis jetzt ist noch eine Ansicht über die Abgrenzung der Gebilde, welche als Löß zu bezeichnen sind, unerwähnt geblieben, es ist das die Ansicht, nach welcher der Lößbegriff stets einen Gehalt an kohlensaurem Kalk involvirt. Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschließen. Die Fein- und Gleichkörnigkeit bedingt eine solche Gleichheit bezüglich wichtiger Eigenschaften dieser Lehme, daß die Gruppe dadurch als eine innerlich vollständig geschlossene, sich nach außen scharf abgrenzende erscheint. Will man also den Namen Löß nur auf die hierher gehörigen kalkhaltigen Bildungen ausdehnen, so muß man nothwendig für die ganze innerlich geschlossene Gruppe einen anderen Namen erfinden. Es treten aber im vorliegenden Falle nicht nur die durch die Gleichkörnigkeit bedingten Eigenschaften vor denen, die als Folge des Mergelgehaltes anzusehen sind, erheblich in den Vordergrund, sondern es macht sich auch hinsichtlich der Gleichkörnigkeit eine bedeutend größere Constanz geltend als hinsichtlich des Kalkgehaltes: während die Menge des Mineralstaubes in diesen Ablagerungen mindestens nahezu 40 % und höchstens wohl 60 % beträgt, finden wir den Gehalt an kohlensaurem Kalk von 2 % und noch weniger bis zu 20 % und darüber hinaus schwankend; und während der Character der Gleichkörnigkeit sich in der Regel für Ablagerungen von großer seitlicher Ausdehnung und bedeutender Mächtigkeit nachweisen läßt, wechselt innerhalb derselben nicht selten wiederholt der Kalkgehalt sowohl in der seitlichen Ausdehnung als nach der Tiefe zu von einem hohen Procentsatz zum allmähligen oder auch plötzlichen Verschwinden, eine Erscheinung, für welche bei Besprechung der Bildung der Kalkböden eine Erklärung zu geben versucht werden soll. Es ließen sich diese Auseinandersetzungen noch weiter detailliren, doch glaube ich mit den gemachten Ausführungen hinreichend nachgewiesen zu haben, daß als Ausgangspunkt für die Eintheilung der Lehme der Kalkgehalt der Gleichkörnigkeit zu subordiniren ist, nicht umgekehrt.

Wenn ich demnach die fein- und gleichkörnigen Lehme als Lößgruppe zusammenfasse, so wird die weitere Gliederung wiederum das reichliche Vorhandensein oder Fehlen des kohlensauren Kalkes wie des Humus zu Grunde zu legen sein.

Auf meinem Kartirungsgebiet findet sich eine Gruppe von an Kalk und Humus reichen Lößen, welche von den dortigen Landbewohnern als „Hasselböden" bezeichnet werden. Da die Entstehung dieser Böden vorwiegend eine locale Bedeutung zu haben scheint, indem dieselbe Lagerungsverhältnisse der Art wie sie sich am Südrande des Harzes finden voraussetzt, so soll auf die Bildung derselben im nächsten Abschnitte bei Gelegenheit der Besprechung der in Crimderode vorkommenden Bodenarten näher eingegangen werden.

Einer besonderen Varietät von Lößablagerungen, welche sich ebenfalls in Crimderode finden, und die ich als „Staublöß" [1]) bezeichnet habe, mag hier noch kurz Erwähnung geschehen. Es sind dies lößartige Böden, in trockenem Zustande von hellerer, mehr weißer Farbe als die kalkfreien Löße; dabei sind sie selbst vollständig kalkfrei und zeichnen sich auch von den ebenfalls hellgefärbten, kalkreichen Lößen schon äußerlich durch einen etwas anderen Farbenton aus. Außerdem zeigen die Böden noch weniger Bindigkeit als die gewöhnlichen Lößvorkommen, was sich besonders in der Weise documentirt, daß sie im ausgetrockneten Zustande, in hohem Grade stäuben, einen „wehesandartigen" Character annehmen. Ich glaubte annehmen zu müssen, daß diese Eigenthümlichkeiten in einem noch höheren Gehalte an Mineralstaub begründet wären als dem typischen Löß eigen ist und hoffte daher durch die mechanische Analyse ein noch erheblicheres Prävaliren des bei 2 Mm. Geschwindigkeit abschlämmbaren Staubes über die feinsten Theile als es die gewöhnlichen Lößböden zeigen, zu constatiren. Bei der Untersuchung stellte sich jedoch heraus, daß sich für die von mir als Staublöß angesprochenen Ablagerungen bezüglich ihrer Körnelung Schwankungen in denselben Grenzen ergaben wie für die gewöhnlichen Lößvorkommen. Da sich nun trotzdem die Böden ihrem äußeren Habitus nach als eine zusammengehörige, von anderen zu unterscheidende Gruppe zu erweisen schienen, so kam ich auf die Vermuthung, daß wohl eine größere Menge noch feiner zerriebenen Mineralstaubes in denselben enthalten wäre. Selbstredend konnten es keine thonbildenden Mineralien sein, die in so fein zerriebenem Zustande noch ihre Individualität bewahrten, es mußte dieser feine Staub vorwiegend aus Quarz, z. Th. vielleicht aus schwer zersetzbarem Glimmer bestehen. Die Vermuthung gewann an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß die Ablagerungen schon bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck eines größeren Quarzgehaltes machten. Um die Frage zu entscheiden, bestimmte ich in einem typischen

1) Dieser Staublöß ist nicht zu verwechseln mit dem von Orth im Brandenburger Diluvium unterschiedenen „feinsandigem Staublehm", welcher Letztere bei einem nur geringen Gehalte an feinsten Theilen zu etwa $^3/_4$ aus feinem Sand von 0,1—0,05 Mm. Korngröße besteht.

Staublößvorkommen den Gesammtkieselsäuregehalt der feinsten Theile wie des Staubes.

In der That wurde dadurch meine Ansicht vollkommen bestätigt; im wasserfreien Staube fanden sich 87,291 %, in den wasserfreien feinsten Theilen 70,695 % SiO_2, gegen 86,244 % beziehungsweise 61,870 % im kieselsäurereichsten der beiden untersuchten Lößböden.

Es ist dies Beispiel besonders geeignet zu zeigen, daß die Entwickelung der Bodenklassification wie jede wissenschaftliche Entwickelung nur durch ein methodisches aber nicht schablonenmäßiges Vorgehen gefördert werden kann: man würde z. B. schwerlich zu einem befriedigenden Resultate gelangen, wollte man der Bodenklassification und Bonitirung ausschließlich die Ergebnisse der mechanischen Analyse zu Grunde legen, sondern man muß sich zunächst über die Gesichtspunkte, von denen man auszugehen, über die Ziele, die man anzustreben hat, klar werden und dann die Methoden anwenden, durch die man am besten zum Ziele zu gelangen glaubt. In der consequenten methodischen Verfolgung des anzustrebenden Zieles, nicht in der consequenten Anwendung *einer* Untersuchungsmethode liegt die Hoffnung auf Erfolg!

Von den beifolgenden Tabellen enthält die erste die mit dem *Schoene*'schen Apparate ausgeführten Analysen verschiedener hercynischer Lößvorkommen; sie soll ein Bild bezüglich der Uebereinstimmung und zugleich die individuelle Abweichung hinsichtlich der Körnelung im Lößvorführen.

Die zweite Tabelle stellt zwei übereinander lagernde Hallenser Löße, die dem Lößcharacter vollständig entsprechen, die beiden bereits angeführten gemeinen Diluviallehme und den Kaolin aus Porphyr zum Vergleich nebeneinander. Die betreffs der mechanischen Zusammensetzung der Thon-Lehm- (und Löß-) Böden nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten sollen durch die Zusammenstellung kurz veranschaulicht werden.

Die dritte Tabelle enthält die mit dem *Kühn*'schen Schlämmcylinder mit den gleichen Böden erzielten Resultate. Dieselbe dürfte mit wenigen Zahlen den Nachweis liefern, daß derartige Methoden einer Bodeneintheilung nicht als Grundlage dienen können, überhaupt für die *wissenschaftliche* Bodenuntersuchung unbrauchbar sind. Die gefundenen Zahlen lassen z. B. keinen durchgreifenden Unterschied zwischen den Lößen und dem Kaolin erkennen, die abschlämmbaren Theile betragen bei allen dreien 68,3—69 %; und doch weiß Jeder, wie verschieden sich beide Gebilde besonders gegen Wasser verhalten! Es kann uns dies ja auch nicht Wunder nehmen, denn es kann ja in den durch derartige Methoden gewonnenen sogen. abschlämmbaren Theilen, wie auch in dem feinsten Siebproducte, welches den Uebergang zu denselben bildet ein nur wenig definirbares **mixtum compositum** gewonnen werden.

Lößmergel, Lößlehm und Staublöß von Crimderode.

Die Zahlen geben den Procentgehalt des lufttrockenen Feinbodens an. Die Zahlen der Staubprocente, deren Prävaliren für den Löß characteristisch ist, sind **fettgedruckt**.

Körnelung in Mm.	Lehmgrube Löß CaOhaltig.	Großer Hasenwinkel Löß CaOhaltig.	Im Orbache Löß CaOhaltig.	Braune Erde Löß CaOfrei.	Großer Hasenwinkel Löß CaOfrei.	In den Trippels Bäumen Löß CaOfrei	An der Kuhtrift Staublöß.	Profil an der Nordhäuser Grenze Staublöß.	An der Sachswerfer Grenze Staublöß [1]).
4—3	0,244	0,098	0,094	0,256	0,054	0,382	0,052	0,860	1,282
3—2	0,438	0,504	0,130	0,632	0,336	0,584	0,206	0,542	1,430
2—1,5	0,296	0,522	0,114	0,386	0,310	0,610	0,198	0,542	1,182
1,5—1	0,488	0,638	0,100	0,414	0,278	0,672	0,182	0,430	1,184
1—0,5	1,094	1,120	0,148	0,708	0,468	1,420	0,528	0,430	1,480
0,5—0,25	8,994	} 5,964	3,250	} 4,142	} 4,218	} 10,460	} 4,626	} 5,152	3,738
0,25—0,1	5,444		3,906						1,400
0,1—0,05	17,664	10,712	14,048	12,164	8,854	10,434	9,596	8,246	9,558
0,05—0,01	**38,710**	**63,370**	**42,006**	**55,954**	**56,126**	**48,374**	**53,352**	**66,464**	**45,680**
unter 0,01	26,730	15,789	34,942	24,330	28,954	26,622	29,884	16,844	31,540

1) In den feinsten Theilen und im Staube dieses Staublößes ist die SiO_2 gehalt bestimmt worden. (Vgl. S. 72 u. 73.) Der Staublöß von Crimderode ist nicht kalkhaltig.

Thon, gemeiner Lehm und Löß von Halle a./Saale

(nach hydraulischen Werthen getrennt).

Die Zahlen bezeichnen in dieser wie in der folgenden Tabelle Procente des lufttrockenen Feinbodens.

Die **fettgedruckten** Zahlen bezeichnen die Schlämmproducte, deren Prävaliren für die entsprechende Bodengruppe characteristisch erscheint.

Körnelung in Mm.	Kaolin aus Porphyr Steinerne Jungfrau b. Halle a./S.	Gemeiner Diluviallehm von Halle a./S.	Gemeiner Diluvial-Lehmmergel von Halle a./S.	Diluvial-Lößlehm Gutenberg b. Halle a./S.	Diluvial-Lößmergel Gutenberg b. Halle a./S.
4—3	—	0,632	0,716	0,150	—
3—2	0,126	1,078	0,916	0,022	—
2—1,5	0,392	1,242	1,210	0,016	—
1,5—1	1,382	1,576	1,548	0,080	0,024
1—0,5	3,744	4,194	3,734	0,380	0,086
0,5—0,25	5,264	**30,086**	**26,360**	4,890	1,494
0,25—0,1	1,390	6,766	6,698	2,800	3,884
0,1—0,05	13,362	**25,180**	**32,494**	14,634	19,200
0,05—0,01	15,440	7,986	5,324	**43,042**	**45,660**
unter 0,01	**59,600**	21,062	20,976	33,486	28,800

Thon, gemeiner Lehm und Löß von Halle a./Saale.

(Die bereits in der vorigen Tabelle zusammengestellten Böden, geschlämmt mit dem Kühn'schen Schlämmcilinder.)

Körnelung in Mm.	Kaolin aus Porphyr Steinerne Jungfrau b. Halle a./S.	Gemeiner Diluviallehm von Halle a./S.	Gemeiner Diluvial-Lehmmergel von Halle a./S.	Diluvial-Lößlehm Gutenberg b. Halle a./S.	Diluvial-Lößmergel Gutenberg b. Halle a./S.
4—3	—	1,04	0,906	—	—
3—2	—	1,35	0,732	0,018	—
2—1,5	0,22	1,26	0,960	0,050	0,024
1,5—1	1,33	1,71	1,378	0,069	0,011
1—0,5	3,73	4,39	3,790	0,368	0,076
0,5—0,25	4,07	22,81	21,540	5,700	1,369
Sand unter 0,25	22,27	34,38	40,830	25,447	29,013
Abschlämmbare Theile	68,38	33,06	29,894	68,348	69,507

3. Die Gruppe der Kalkböden.

Die Gruppe gliedert sich naturgemäß in die eigentlichen Kalkböden, welchen die Dolomitböden anzuschließen wären und in die Mergelböden.

Als eigentliche Kalkböden sind wesentlich solche Böden zu bezeichnen, welche der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Kalk (resp. Dolomit) bestehen und nur gewissermaßen als Verunreinigungen andere Bodenconstituenten (Thon, Sand ꝛc). in geringen Beimengungen enthalten.

Die Entstehung derartiger Böden direct als Verwitterungskruste kalkreicher Primitivgesteine dürfte bei der leichten Löslichkeit des kohlensauren Kalkes der Mehrzahl der Silicate gegenüber kaum anzunehmen sein; sondern es können sich mächtigere Ablagerungen von kohlensaurem Kalk nur bilden als chemische Ausscheidung sehr kalkreicher Gewässer. In dieser Weise gebildete Kalkablagerungen haben denn auch die meisten Sedimentärformationen aufzuweisen, und diese stellen in ihrer Verwitterungskruste ein erhebliches Contingent der Kalkböden. Der größte Theil dieser Böden wird demnach als Verwitterungsboden deuterogener Gesteine angesprochen werden müssen.

Ausschließlich oder auch nur vorwiegend aus Kalksteinen bestehende Ablagerungen, welche der Anschwemmung ihre Entstehung verdanken, dürften zu den Seltenheiten gehören und nur von localer Bedeutung sein; dagegen sind die verbreiteten Tuffkalke, die recenten Kalkausscheidungen der süßen Gewässer als ihrer zeitlichen Entstehung nach unseren jüngeren Schwemmlandbildungen gleichwerthige Gebilde anzuführen.

Die stofflich einseitig zusammengesetzten, außerdem meist flachkrumigen und in der Krume noch dazu meist sehr steinigen Kalkböden sind für agronomische Zwecke wenig anbauwürdig; wir wollen daher hier von einer eingehenderen Besprechung derselben absehen und uns zu den Mergelböden wenden.

Mergel wird jede erdige Ablagerung genannt, welche kohlensauren Kalk in *feiner Vertheilung* enthält; in Folge dieser feinen, gleichmäßigen Vertheilung zeigt der Mergel bei Behandlung mit Mineralsäuren ein lebhaftes Brausen selbst dann, wenn sein Gehalt an kohlensaurem Kalk ein nur geringer ist. Gesellt sich zu dem kohlensauren Kalke kohlensaure Magnesia in annähernd gleichen Atomgewichtsverhältnissen, so haben wir einen Dolomitmergel vor uns. Wenngleich ursprünglich von den Bergleuten jede erdige Ablagerung, die sich im festen Gestein zeigte, Mergel genannt wurde, so setzen doch gegenwärtig auch die von den Geognosten und Petrographen gegebenen Definitionen des Mergelbegriffes einen gewissen Kalkgehalt voraus, eine Auffassung, die in agronomischen Kreisen längst die herrschende war. Es dürfte demnach nicht mehr als gerecht-

fertigt erscheinen, den Namen „Mergel“ für kalkfreie Ablagerungen erdiger Structur zu gebrauchen [1]).

Die feine Vertheilung, in welcher sich der kohlensaure Kalk in einer Ablagerung vorfinden muß, wenn dieselbe als Mergel bezeichnet werden kann, läßt nur eine Entstehungsweise voraussetzen, nämlich die durch Infiltration kalkhaltiger Lösungen in eine thonige Grundmasse.

Für das Zustandekommen einer derartigen Infiltration sind zwei Möglichkeiten denkbar:

1. Von den in einem Verwitterungsboden oder in einer angeschwemmten Ablagerung enthaltenen gröberen oder feineren Kalkpartikeln wird ein Theil im kohlensäurehaltigen Wasser als Bicarbonat gelöst, die Lösung filtrirt in die die Gesteinsbrocken umgebenden erdigen Gemengtheile hinein und scheidet dort durch Abgabe von Kohlensäure und Verdunstung kohlensauren Kalk aus.

2. Die Infiltration erfolgt in einer ursprünglich kalkfreien Ablagerung durch Wasser, welches den kohlensauren Kalk von außerhalb zuführt [2]).

An diese einzig möglichen Bildungsweisen des Mergels knüpfen sich einige für unseren Zweck wichtige Consequenzen. Es muß zunächst betont werden, daß eine Ablagerung dadurch, daß dieselbe Kalksteine und Kalkbrocken einschließt, noch kein Mergel ist, daß dieselbe wohl ein Mergel werden kann, es häufig aber nie wird. Vor Allem ist dabei die leichte oder schwere Löslichkeit der Kalkeinschlüsse von Einfluß: so sind z. B. die an Dolomiteinschlüssen reichen Lettenthone des oberen Zechsteines am Südharz nur an vereinzelten Stellen gemergelt, obwohl dieselben an Dolomiteinlagerungen keineswegs arm sind; in den diluvialen Geschiebelehmen der norddeutschen Ebene dagegen ist die Mergelbildung aus den in erheblich geringerem Maße vorhandenen Kalkeinlagerungen hervorgegangen. Die mürben Kreidekalke, welche die letztgenannten Bildungen einschließen, sind eben leichter löslich als die Dolomite der Zechsteinformation.

Durch das Einschlämmen von festem kalkhaltigem Ma-

---

1) Allerdings werden in der speciellen Geognosie noch vielfach erdige Ablagerungen auch dann als „Mergel“ bezeichnet, wenn sie nicht kalkhaltig sind (z. B. manche Keupermergel). — Wichtiger dürfte es sein, zu betonen, daß für den Mergel im petrographischen Sinne keineswegs die erdige Structur characteristisch ist, sondern daß auch feste Mergelgesteine von dichter und schieferiger Structur häufig vorkommen. Vgl. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Bonn 1866. I, S. 253.

2) Als eine dritte Art der Entstehung eines Mergelbodens könnte die Bildung als directes Verwitterungsproduct eines Mergelgesteins angesehen werden. Die Entstehung der Mergelgesteine, welche ja stets deuterogene Gesteine sind, wird sich jedoch immer auf einen der beiden angeführten Bildungsprocesse zurückführen lassen.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY

terial in eine Ablagerung ist dieselbe noch keineswegs zu Mergel geworden, sondern nur die event. Möglichkeit zur Mergelbildung gegeben.

Sehr häufig erfolgt die Mergelbildung durch Infiltration einer kalkhaltigen Lösung von außen in eine ursprünglich kalkfreie Schicht; bei einem Theil der mergeligen Löße meines Kartirungsgebietes ist diese Art der Mergelbildung mit Sicherheit nachzuweisen.

Es ist nach dem Gesagten klar, daß der Mergelgehalt eines Bodens mit seiner übrigen Constitution nicht in genetischem Zusammenhange zu stehen braucht. Suchen wir uns dies beispielsweise an der Art, wie die Mergelbildung im Löß zu Stande kommen kann, klar zu machen:

Ist in dem Wasser, aus welchem sich der Löß absetzt, unter dem Gesteinsdetritus auch Kalk in entsprechender Körnelung vorhanden, so wird sich derselbe auch mit absetzen, und es ist auf diese Weise die Möglichkeit zur Mergelbildung gegeben, welche in dem Falle außerdem schon von vornherein dadurch erfolgen wird, daß sich in derartigen Wässern wohl auch stets Kalk in Lösung befinden muß, der sich bei der Verdunstung der Kohlensäure direct in fein vertheilter Form abscheidet. Ist derartiges Material im Gesteinsdetritus nicht vorhanden und auch das Wasser frei von gelöstem Kalk, so wird sich unter gleichen Strömungsverhältnissen kalkfreier Löß bilden. Derartiger Löß kann später durch Infiltration von außen her gemergelt werden.

Aber auch der entgegengesetzte Fall wird häufig eintreten: es kann aus einer ursprünglich mergeligen Ablagerung der Kalk in Folge der Wassercirculation ausgelaugt werden. Wir sehen also, daß der Kalkgehalt in einer übrigens gleichwerthigen Ablagerung beliebig wechseln, vollständig verschwinden und wieder auftreten kann, ohne daß sich die Natur derselben im Uebrigen zu verändern braucht.

Der Begriff des Mergels setzt, wie wir gesehen, stets die feine Vertheilung von kohlensaurem Kalk in einer Grundmasse anderer Qualität voraus, und diese Grundmasse (Thon, gemeiner Lehm, Löß ꝛc.) wird für die in Frage stehende Ablagerung stets in erster Linie characteristisch sein; die Bedeutung der mergeligen Beschaffenheit einer Ablagerung für den Kulturwerth derselben, soll mit dem Gesagten keineswegs in Abrede gestellt, oder auch nur unterschätzt werden, jedoch wird dieselbe in dieser Beziehung immer erst in zweiter Linie in Frage kommen. Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, im Allgemeinen die Mergelböden als Untergruppen denjenigen Gruppen einzureihen, in welche die Böden ihrer sonstigen Constitution nach zu stellen sind; und als den Kalkböden zugehörig nur solche Mergel zu betrachten, in denen vor dem kohlensauren Kalk alle übrigen Constituenten zurücktreten. Als solche würden nur die sogen.

Kalkmergel zu betrachten sein; Mergel in welchem der Thongehalt, der ja, wenn eine Mergelbildung möglich sein soll, immer vorhanden sein muß, bedeutend zurücktritt, nach Senft höchstens 25 % [1]) betragen soll. Derartige Ablagerungen werden bezüglich ihres directen Anbauwerthes selbstredend den anderen Mergeln nachzustellen sein, für sie ist in erster Linie die Nutzung als Mergelungsmittel kalkarmer Felder angezeigt.

4. Die Gruppe der Sandböden.

Als „Sand" bezeichnet man Aggregationen verschiedener durch das bloße Auge deutlich erkennbarer Gesteinsindividuen.

Derartige sandige Ablagerungen entstehen sowohl als directe Verwitterungsproducte, besonders häufig als solche deuterogener Sandsteine, als auch durch Anschwemmung.

Das erste Eintheilungsprinzip wird wiederum die Art der Körnelung sein, die auf das Verhalten gegen Wasser, welches bei den Sanden vor allen anderen Eigenschaften in den Vordergrund tritt, vorwiegend von Einfluß ist.

Von der Größe der Mehrzahl der Gesteinsfragmente sind denn auch die Bezeichnungen für das in Frage stehende Vorkommen abhängig gemacht; doch hat sich eine einigermaßen gleichmäßige Nomenclatur noch nicht ausgebildet. Die Bezeichnungen Gerölle, Kies, Grand, grober Sand, Perlsand, feiner Sand ꝛc. drücken ihrer Reihenfolge nach eine allmähliche Größenabnahme vom etwa faustgroßen Gesteinsfragment bis zur Staubfeinheit des einzelnen Kornes aus; jedoch sind mit diesen Bezeichnungen auch nur einigermaßen scharfe Grenzen bezüglich der Größenverhältnisse nicht gegeben.

Ich will bezüglich der Nomenclatur nur einen unmaßgeblichen Vorschlag machen, zu dem ich mich nur herbeilasse, weil mit den vorgenannten Bezeichnungen präcise Begriffe noch nicht verbunden sind, und doch eine Präcision im Interesse der Verständigung wünschenswerth erscheint; jederzeit bin ich selbstredend gern bereit, meine Ansicht einer besser begründeten unterzuordnen [2]).

Vorkommen, an deren Zusammensetzung Mineralindividuen von mehr als 4 Mm. Durchmesser in einem Maße participiren, daß sie für den

1) Mit diesen 25 % Thon sind jedenfalls schlecht characterisirte „abschlämmbare Theile" gemeint; der wirkliche Thongehalt wird ein viel niedrigerer sein; 25 % Thon characterisirt wie aus dem bereits früher (S. 61) Gesagten hervorgeht, einen keineswegs mürben Thonboden.

2) Bezüglich der Benennung der feineren Bodengemengtheile habe ich mich der von Orth vorgeschlagenen Nomenclatur: „Staub", „feinste Theile" angeschlossen.

Charakter derselben maßgebend sind, würde ich nicht mehr als „Sand", sondern als „Kies" bezeichnen. Ist eine Bodenformation durch Gemengtheile von mehr als 10 Mm. Durchmesser characterisirt, so ist damit der Uebergang zu den Geröllformationen (Geröll- und Grusböden) gegeben; dieselbe ist nicht mehr im strengsten Sinne des Wortes zu den Sanden zu rechnen.

Sande, welche Gemengtheile von 4—2 Mm. Korngröße in erheblicher Menge enthalten würden als grobe Sande, solche deren Gesteinsindividuen die Größe von 2 Mm. nur vereinzelt übertreffen als „mittelkörnige" zu bezeichnen sein. „Perlsande" dürften am ehesten die Sande genannt werden, welche innerhalb der Grenzen von etwa 2—0,5 Mm. Korngröße eine gewisse Gleichkörnigkeit zeigen, die durch das Fehlen sowohl gröberer als feinerer Gemengtheile bedingt wird. Als „Feinsande" würden dann die Sande von 0,25 Mm. Korngröße bis zur Staubfeinheit zu betrachten sein. Durch das Eintreten von noch feineren „erdigen" Theilen wird dann der Uebergang durch den „lehmigen Sand" und den „sandigen Lehm" zu den Lehmböden vermittelt.

Müssen wir bei einer gründlicheren Untersuchung der Thone und Lehme auf die petrographische Zusammensetzung ihrer gröberen Gemengtheile Rücksicht nehmen, so ist dies noch von weit größerer Wichtigkeit bei den Sanden, welche sich ja ausschließlich aus derartig gröberen Gesteinspartikeln zusammensetzen und bezüglich der ihren Kulturwerth bedingenden Eigenschaften ohnedies von den erstgenannten beiden Bodengruppen soweit zurückstehen, daß jedes kleine auf denselben influirende Moment, also auch der größere oder geringere Gehalt oder das Fehlen von Pflanzennährstoffen, obgleich dieselben, wenn vorhanden, stets schwer aufschließbar sind, practisch mehr zur Geltung gelangt.

Eine für unsere Zwecke vorzüglich brauchbare petrographische Eintheilung der Sande verdanken wir Senft[1]). Nach seinem Vorgange theile ich die Sandböden ein:

1. in solche, welche fast ausschließlich oder gänzlich aus Quarz und schwer zersetzlichen Glimmerschuppen bestehen;

2. in solche, welche außer diesen Gemengtheilen noch erhebliche Mengen von Feldspäthen, Amphibolithen u. dgl., kurz Thon- und Pflanzennährstoff-bildenden Mineralresten enthalten.

Die letztgenannten werden bei nicht zu grober Körnelung noch leidlich fruchtbare Böden sein; es ist in dem petrographischen Bestande nicht nur die Möglichkeit gegeben, daß durch die Atmosphärilien und die mit dem thierischen Dünger in den Boden gelangenden organischen Säuren

1) Der Steinschutt und Erdboden.

Pflanzennährstoffe aufgeschlossen werden können, sondern es kann auch in Folge dessen eine thonige Krume gebildet werden, welche nicht nur der Wasserregulirung günstig, sondern auch für die dem reinen Sande als solchem fehlende Absorptionsfähigkeit für Pflanzennährstoffe von Wesenheit ist.

Die erstgenannte Gruppe schließt die wenig anbauwürdigen und die geradezu sterilen Sandböden ein. In staubfeinem, zerriebenem Zustande nähert sich der Quarz hinsichtlich seiner Eigenschaften allerdings dem Thon, aber nur bezüglich des Verhaltens gegen Wasser; er ist in gleicher Weise wie der Thon sehr undurchlässig. Nie aber wird der feine Quarzstaub bei der ihm gänzlich mangelnden Absorptionsfähigkeit im Stande sein, die Düngstoffe zu reserviren und sie den Pflanzenwurzeln in feiner Vertheilung aller Orts zu bieten.

Senft stellt noch eine dritte Gruppe von Sanden auf, nämlich solche Sande, welche ausschließlich aus zersetzbaren Mineralindividuen bestehen. Diese Gruppe dürfte nur von untergeordneter practischer Bedeutung sein, ja es ist sogar in Frage zu stellen, ob eine derartige qualitativ zusammengesetzte Ablagerung noch zu den Sanden gerechnet werden kann [1]). Es wird der Fall kaum zutreffen, jedenfalls zu den größten Seltenheiten gehören, daß einem Gestein auf eine weitere Erstreckung der Gehalt an freier Kieselsäure gänzlich mangelt. Lassen wir aber auch noch einen geringen Quarzgehalt für die letztgenannte Kategorie von Sanden zu, so ist zu vermuthen, daß das aus so leicht zersetzbarem Material gebildete Product auch thonartige Substanzen in solcher Menge einschließen wird, daß der Name Sand nicht mehr auf dasselbe anzuwenden ist.

Einen Beleg für die Wahrscheinlichkeit der ausgesprochenen Ansicht liefert der Zerfall des Porphyrites bei Ilefeld am Südharz, eines Gesteines, welches bekanntlich aus Oligoklas und Hornblende, letztere auch vertreten durch Glimmer mit accessorisch auftretenden Granaten und Quarz besteht, und daher wohl hierher zu rechnen ist.

Beim Zerfall bildet das Gestein überhaupt keinen Sand im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern einen Gesteinsgrus, welcher als eines der ersten Verwitterungsstadien, deren Endresultat die Thonbildung ist, angesehen werden muß. Dies Resultat der Verwitterung, der Porphyritthon, ist denn auch auf den benachbarten Feldern anstehend zu finden [2]).

Die Analyse einer Probe von Porphyritgrus, dicht bei Wiegersdorf, südlich von Ilefeld entnommen, lasse ich folgen. Ich wiederhole dabei,

1) Die Kalksande könnten allenfalls als Repräsentanten dieser Gruppe gelten.

2) Den eigentlichen Porphyritthon habe ich noch nicht untersucht, es ist jedoch die Bearbeitung der Bodenbildungen des Südharzes für die nächste Zeit in Aussicht genommen.

was ich bezüglich der mechanischen Analyse der Verwitterungsböden bereits an früherer Stelle gesagt: die Verwitterung ist in vollem Gange und hat nicht ein abgeschlossenes Stadium hinter sich, wie dies bei den mehr zersetzten Verwitterungsböden und noch in höherem Maße bei den Schwemmböden der Fall ist. In Folge dessen werden auch bei den mechanischen Processen des Kochens wie des Schlämmens die mürben Gesteinsbrocken in hohem Grade zerstört; beim Schlämmen speciell lösten sich bis zuletzt, wenn freilich auch nur geringe Mengen von Thon ab, so daß die gewünschte Klärung im Schlämmraume beim Abschlämmen der feinsten Theile nicht vollständig eintrat. Giebt also auch die Analyse kein absolut klares Bild von der mechanischen Zusammensetzung des Vorkommens, so läßt sie doch die ersten Stadien der Thonverwitterung deutlicher erkennen als dies das bloße Auge ermöglicht.

Der Prophyritgrus enthielt:

Steine über 4 Mm. Durchmesser 18,57 %
folglich Feinboden . . . . . 81,43 %

Der Feinboden ist folgendermaßen zusammengesetzt:

Körnelung in Mm.	
4—3	1,196 %
3—2	2,356 %
2—1,5	2,348 %
1,5—1	6,800 %
1—0,5	13,116 %
0,5—0,25	40,136 %
0,25—0,1	5,686 %
0,1—0,05	6,210 %
0,05—0,01	6,828 %
unter 0,01	14,810 %

Der weiteren Gliederung der Sandböden wird in gleicher Weise wie bei den Lehmböden zweckentsprechend der Humus- und Kalkgehalt zu Grunde zu legen sein.

Bezüglich des mergeligen Sandbodens, sowie des Sandmergels mag nur noch hervorgehoben werden, daß eine derartige Bildung stets einen lehmigen Sand voraussetzt. Da wir, wie bereits auseinandergesetzt ist, unter Mergel in thoniger Substanz gleichmäßig fein vertheilten Kalk verstehen, so kann ein reiner Sandboden, wenn er noch so kalkreich ist, nie mergelig genannt werden, sondern es muß ein, wenn auch noch so geringer Thongehalt vorhanden sein, wie er sich nur im lehmigen, nicht im reinen Sande findet.

5. Die Gruppe der Schuttböden.

Die Geröll- oder Schuttböden sind Bodenvorkommen, an deren Zusammensetzung sich Gesteinsfragmente von solcher Größe betheiligen, daß

dieſelben nicht mehr als Sand- oder Kieskörner bezeichnet werden können. Eine beſtimmte Grenze bezüglich der Größe der Geſteinsindividuen wird nicht zu geben ſein, ich glaube jedoch, daß man etwa bei einer Größe von 10 Mm. und darüber ein Geſteinsfragment nicht mehr als Kieskorn bezeichnen kann und habe daher bei meinen Unterſuchungen dieſe Grenze gezogen. In der That betheiligen ſich auch Gemengtheile der genannten Größe an der Zuſammenſetzung der auf meinem Kartirungsgebiete anſtehenden Thone und Lehme ſo gut wie nicht; da wo ſie in Ackerkrumen in einigen Gewichtsprozenten vorhanden ſind, iſt auch der Nachweis leicht zu liefern, daß ſie vereinzelt von benachbarten Kalkbergen oder Geröllformationen in dieſe Ablagerungen gelangt ſind.

Die Schuttböden können ſowohl direct als Verwitterungsböden, ſowie auch durch Anſchwemmung gebildet werden. Die Geſteinsfragmente der Verwitterungs-Schuttböden ſind von eckiger ſcharfkantiger Form (Breccien, Tuffe), man bezeichnet dieſe Böden gewöhnlich mit den Namen Breccienböden, Tuffböden, auch Grusböden; die der angeſchwemmten Schuttböden ſind auf dem Waſſertransporte glatt gerieben und abgerundet, man bezeichnet ſie als Gerölle und die von ihnen gebildeten Böden als Geröllböden.

Je nach ihrem petrographiſchen Beſtande kann man die Gerölle in gleicher Weiſe wie die Sande eintheilen in: Pflanzennährſtoff- und Thonbildende und in ſolche, welche derartige Stoffe nicht zu bilden vermögen. Enthalten die Breccienböden in größerer Menge Thon- und Pflanzennährſtoff-bildende Mineralien, ſo werden ſie in Folge der fortſchreitenden Verwitterung bald in thonige oder lehmige Gruſe übergehen, wie wir dies beiſpielsweiſe beim Porphyritgrus der Ilefelder Gegend geſehen, ſie werden alſo mit der Zeit aufhören Breccienböden zu ſein. Anders die Geröllböden analoger Qualität: die Elemente derſelben beſitzen eine glatte, rundliche, alſo relativ kleine Oberfläche, außerdem ſind ſie häufig mit einer Verwitterungsſchicht (von Eiſenoxydhydrat ꝛc.) umgeben, welche den inneren Kern vor der zerſtörenden Wirkung der Atmoſphärilien ſchützt; ſie werden demnach trotz etwa vorhandenen Reichthums an leicht zerſetzlichen Mineralien ſchwerer verwittern und feinerdige Theile bilden.

Unſeren Zwecken entſprechend ſind jedenfalls in erſter Linie die Schuttböden in die eigentlichen Schuttböden und in die Feinerde-haltigen Schuttböden zu gliedern.

Als eigentliche Schuttböden ſind diejenigen Breccien- und Geröllböden aufzufaſſen, welche ausſchließlich aus gröberem Geſteinsfragmenten beſtehen, denen feinerdige Theile ſo gut wie ganz fehlen. Soweit bei dieſer Gruppe überhaupt von Kulturfähigkeit geſprochen werden kann, wird für dieſelbe nur die Nutzung durch Aufforſtung angezeigt ſein; mögen

derartige Böden aus an Nährstoffen reichen oder armen Gesteine zusammengesetzt sein, stets ist die Ackerkultur hier principiell ausgeschlossen.

Anders verhält es sich mit den Feinerde-haltigen Schuttböden, dieselben können recht kulturfähige Böden sein. Von den Verwitterungsböden sind die thonigen und lehmigen Grusböden hierher zu rechnen. Als Schwemmbildungen werden derartige Geröllböden entstehen, wenn im stark strömenden Wasser, welches neben Gerölle auch feinere Lehm-bildende Stoffe mit sich fortbewegt, die Stromgeschwindigkeit durch irgend welche Ursachen in so hohem Maße vermindert wird, daß mit den Geröllen zugleich lehmige Gemengtheile zu Boden sinken. Als Repräsentanten für die Feinerde-haltigen Geröllböden können die hercynischen Schotterbildungen angeführt werden.

Um die sachgemäße Beurtheilung der nachfolgenden mechanischen Analysen von hercynischen Schotterablagerungen zu erleichtern, mag hier dem auf Seite 20 über die Ausführung der Analysen Gesagten eine kurze Ergänzung zugefügt werden:

Aus einer sorgfältigen von der Lagerstätte entnommenen Rohprobe von 1—1,5 Kilo Gewicht wurden die gröberen Gemengtheile bis zu einschließlich 4 Mm. Korngröße durch Sieben und Waschen direct abgeschieden; die Trennung der feineren Gemengtheile von 4 Mm. Korngröße abwärts — die in den Tabellen als Feinboden bezeichnet sind — geschah durch Schlämmen einer kleineren Probe (50 Gm.) im Schoene'schen Apparate.

Es ist selbstverständlich, daß sich in den Schotterablagerungen vereinzelt und zwar wohl in nicht unerheblicher Menge noch größere Gerölle vorfinden, welche mit einer so geringen Probe nicht entnommen werden, also auch bei der Analyse keine Berücksichtigung erfahren. Ist dies auch als ein Uebelstand anzusehen, so ist derselbe doch wenigstens vorläufig nicht zu beseitigen; denn die Entnahme größerer Proben dürfte bei ausgedehnteren Untersuchungen nicht durchzuführen sein. Auch habe ich die Ueberzeugung, daß der auf diese Weise ermittelte Feinbodengehalt dem wirklich vorhandenen einigermaßen entspricht; demselben wenigstens recht nahekommt.

Je nach dem Gehalte an Feinboden habe ich grandige und lehmige Schotter unterschieden. Wie aus den Analysen ersichtlich, beträgt der Gehalt an Feinboden bei den grandigen Varietäten mindestens 60 % des Gesammtbodens und steigt bei den untersuchten lehmigen Varietäten bis zu 83,7 %.

Man könnte nun in Frage stellen, ob Böden mit einem so hohen Gehalte an feinerdigen Gemengtheilen überhaupt noch zu den Geröllböden zu rechnen sind. Wenn ich die Frage mit „ja" beantworte, so

begründe ich diese Antwort mit der Thatsache, daß selbst der geringe Gehalt an Geröllen für diese Ablagerungen characteristisch ist, so characteristisch, daß er ihnen den Namen gegeben hat: abstrahiren wir von dem Gehalte an Geröllen in den lehmigen Varietäten, so haben wir nicht mehr Schotter, sondern herchynischen Löß vor uns.

Die feinerdigen Beimengungen entsprechen denn auch in ihren Variationen denen der dortigen Lößvorkommen, wir finden in den Schottern kalkhaltigen, kalkfreien Löß und Staublöß als feinerdigen Bestand.

Mechanische Analysen von herchynischem Schotter.

Die Zahlen entsprechen Procenten der lufttrockenen Substanz.

Körnelung in Mm.	Kuhberg am Gesundbrunnen Grandiger Schotter.	An der Grenze Grandiger Schotter.	Scheibe-Lith Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter mit Dolomitmischung.	Kuhberg Staublehmiger Schotter.	An der Grenze Staublehmiger Schotter.
über 10	21,60	20,00	16,96	18,23	14,07	10,22	7,68	9,18
10—8	4,18	3,34	1,80	1,00	0,72	1,11	2,56	1,27
8—6	5,87	6,20	1,59	1,90	1,52	2,23	3,96	2,02
6—4	8,15	7,55	2,01	1,72	2,29	2,77	4,48	3,79
Summa	39,88	37,10	22,37	22,05	18,55	16,33	18,68	16,27
Feinboden %	60,12	62,90	77,63	77,95	81,45	83,67	81,23	83,72
				Der Feinboden besteht aus:				
4—3	8,649	12,880	1,088	3,318	2,124	2,990	6,000	2,914
3—2	12,284	10,462	1,836	2,414	2,290	3,304	5,696	4,590
2—1,5	10,834	9,562	1,610	2,430	2,860	3,110	4,476	5,504
1,5—1	11,382	7,936	1,604	2,504	2,230	2,644	3,306	3,694
1—0,5	20,114	8,794	1,900	3,688	3,280	4,454	4,126	4,548
0,5—0,1	29,614	13,454	7,314	10,928	10,472	12,606	15,356	16,686
0,1—0,05	0,594	5,200	9,296	8,222	10,160	5,564	8,880	9,630
0,05—0,01	2,080	14,720	46,440	33,724	30,974	29,520	25,438	28,000
unter 0,01	4,534	16,232	28,726	32,528	34,960	34,180	26,296	25,320

Von einer Besprechung der weiteren Gliederung der Gruppe der Humusböden sehe ich ab, weil ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit hatte, diese Bodengruppe so eingehend zu studiren, daß ich einen Versuch, die Gruppe präcis zu characterisiren und zweckentsprechende Gesichtspunkte zur weiteren Gliederung derselben aufzustellen, wagen möchte.

In diesem Abschnitte habe ich den Versuch gemacht, die Grundlagen eines natürlichen Klassificationssystems des Bodens, welches zugleich für agronomische Zwecke brauchbar sein soll, zu entwickeln. Bei der Aufstellung der einzelnen Gruppen ist von der Entstehung und Bildung derselben und der damit im Zusammenhang stehenden Lagerung und Zusammensetzung ausgegangen worden. Die naturgemäße Zusammengehörigkeit der zu je einer Gruppe vereinigten Böden, sowie die Nothwendigkeit der Unterscheidung der einzelnen Gruppen wegen ihrer differenten natürlichen Beschaffenheit dürfte zur Genüge nachgewiesen sein.

Auch auf die Bedeutung der für die Eintheilung maßgebenden Verschiedenheiten für agronomische Zwecke ist wiederholt hingewiesen; betont mag nochmals werden, daß es ja vor Allem besonders wichtige Constituenten und Constituentengruppen waren, welche als wesentliche Kriterien für die zu unterscheidenden Gruppen herangezogen wurden.

Zum leichteren Verständnisse für den Practiker will ich die in agronomischer Hinsicht wichtigsten Unterschiede zwischen den Thonböden und den Lehmböden nochmals recapitulatorisch kurz zusammenfassen.

Die für Kulturzwecke besonders werthvollen Eigenschaften der Thonböden sind: starkes Absorptionsvermögen, in der Regel verbunden mit einem großen Reichthum an Pflanzennährstoffen; ferner der Gehalt an zahlreichen höchst feinen Capillaren, welche aus tieferen Schichten den Pflanzenwurzeln Wasser zuzuführen vermögen und dasselbe längere Zeit vor Verdunstung zu schützen im Stande sind.

Als nachtheilige Eigenschaften sind zu erwähnen: Mangel an nicht capillaren Hohlräumen; in Folge dessen Undurchlässigkeit und Mangel an Luftzufuhr (ungenügende Bodenthätigkeit), ferner die Eigenschaft des Thones durch Wasseraufnahme an Volumen erheblich zuzunehmen, und dasselbe bei Wasserabgabe (Verdunstung) in gleichem Maße zu verringern, was ein Reißen des Bodens und dadurch bewirktes Bloßlegen und Zerreißen der Pflanzenwurzeln zur Folge hat. Endlich ist zu bemerken, daß (hauptsächlich wohl wegen der starken Bindigkeit) der Thonboden nur für eine beschränkte Anzahl von Kulturpflanzenarten als Standort besonders geeignet ist.

In dem Verhältniß, in welchem sich feinere Sande und besonders Mineralstaub mit der Thonsubstanz vermischen, um gemeinen Lehm resp.

Löß zu bilden scheint ein für Kulturzwecke günstiger Ausgleich der extremen Eigenschaften der Thon- und Sandböden zu liegen.

Die Lehmböden haben ein geringeres Absorptionsvermögen und sind ärmer an Nährstoffen als die Thonböden; immerhin ist denselben jedoch noch Absorptionsfähigkeit, sowie ein gewisser Nährstoffgehalt in fein vertheilter Form eigen. Außerdem zeichnen sie sich durch mäßige Bindigkeit aus, capillare und nicht capillare Hohlräume sind vorhanden, so daß die Wasser- und Luftcirculation eine günstige zu nennen ist. Auch sind die Lehmböden für den Anbau der meisten Kulturgewächse geeignet.

Die auf diesen verschiedenen Eigenschaften basirenden practischen Consequenzen sind leicht zu ziehen:

In der That schließt die Thonbodengruppe die Böden ein, welche den höchsten Bruttoertrag gewähren; jedoch stellen die Thonböden hohe Anforderungen an die Kultur (häufige, tiefe Beackerung im trockenen Zustande, seltenere aber kräftige Düngung ꝛc.); außerdem ist die Ertragsfähigkeit in hohem Maße von der Witterung abhängig: die Thonböden sind kostspielig zu bestellen; und dabei doch unsichere Böden. Die Lehmböden erreichen zwar bezüglich der Erträge im Allgemeinen nicht das Maximum von denen der Thonböden, sie sind aber auch mit einem geringeren Kostenaufwande zu bestellen und nicht in so hohem Maße von der Witterung abhängig: sie sind sicherere Böden. Besonders die Lößböden dürften zu den Böden zu zählen sein, welche in Folge ihrer günstigen Constitution den höchsten Reinertrag liefern [1]).

Um die Unterschiede in der Zusammensetzung der Thonböden, der gemeinen Lehme und der Lößböden übersichtlich darzustellen, sind in der folgenden Tabelle eine Anzahl z. Th. bereits vereinzelt aufgeführter mechanischer Analysen von Feinböden vergleichsweise zusammengestellt. Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen die Schlämmproducte, deren Prävaliren für die entsprechende Bodengruppe characteristisch erscheint. Bemerkt mag noch werden, daß bei den angeführten gemeinen Lehmen nur die Zahlen für die in diesem Falle prävalirenden Sande fettgedruckt sind. Wie bereits an früherer Stelle bemerkt, treten bei derselben auch andere Korngrößen; namentlich die von 0,25—0,1 Mm. (in typischen Vorkommen jedoch höchst selten der Staub) als prävalirende Gemengtheile auf.

1) Es wird nicht schwierig sein, auf Grund der in dieser Schrift gegebenen Erläuterungen nach Analogie der gemachten Andeutungen weitere für die Praxis wichtige Consequenzen bezüglich des Kulturwerthes der unterschiedenen Bodengruppen zu ziehen.

Zusammenstellung mechanischer Analysen von typischen Thon- und Lehmböden.

Die Zahlen geben den Procentgehalt des von gröberen Steinen befreiten „Feinbodens" an Producten verschiedener Korngröße an.

Körnelung in Mm.	Thonböden.						Lehmböden.						
	der Primitivgesteine.	Verwitterungsthon der deuterogenen Gesteine.				Schwemmthon.	Gemeiner Schwemmlehm.	Löß.					
	Kaolin aus Porphyr Steinerne Jungfrau bei Halle a./S.	Lettenthon der oberen Zechsteinformation Crimderode b. Niedersachswerfen. roth.	weiß.	bläulich mit gelben Adern.	Thon des unteren Buntsandsteins Crimderode bei Niedersachswerfen	Tertiärthon Gumpe bei Nordhausen blaugrau.	Diluvial-lehm Halle a./S.	Diluvial-lehmmergel Halle a./S.	Diluvial-Lößlehm Gutenberg bei Halle a./S.	Diluvial-Lößmergel Gutenberg bei Halle a./S.	Löß von Crimderode. Lehmgrube CaO-haltig.	Dießelberg CaO-haltig.	Braune Erde CaOfrei
4—3	—	0,560	0,038	0,068	1,252	—	0,632	0,716	0,150	—	0,244	0,104	0,478
3—2	0,126	1,246	0,062	0,156	1,472	—	1,078	0,916	0,022	—	0,438	0,300	0,398
2—1,5	0,392	2,030	0,062	0,132	0,432	0,010	1 242	1,210	0,016	—	0,296	0,532	0,398
1,5—1	1,382	2,306	0,130	0,368	0,302	0,550	1,576	1,548	0,080	0,024	0,488	0,880	0 296
1—0,5	3,744	3,882	0,424	1,150	0,274	0,096	4,194	3,734	0,380	0,086	1,094	1,718	0,456
0,5—0,25	5,264	} 11,510	} 4,026	} 9,844	1,856	} 4,722	**30,086**	**26,360**	4,890	1,494	8,994	} 8,434	} 4,948
0,25—0,1	1,390				4,262		6,766	6,698	2,800	3,884	5,444		
0,1—0,05	13,362	9,460	6,610	11,776	14,450	5,748	**25,180**	**32,494**	14,634	19,200	17,664	13,050	11,108
0,05—0,01	15,440	18,124	15,900	18,516	17,602	11,862	7,986	5,324	**43,042**	**45,660**	**38,710**	**59,666**	**53,178**
unter 0,01	**59,600**	**50,000**	**71,268**	**56,896**	**57,488**	**75,410**	21,062	20,976	33,486	28,800	26,500	14,164	28,112

Schließlich soll noch der Versuch gemacht werden, die entwickelten Grundlagen für ein Klassificationssystem des Bodens zum Theil wenigstens tabellarisch zusammenzustellen. Wie bereits hervorgehoben, sind es nur grundlegende Gesichtspunkte, deren Erweiterung und Ergänzung erst von der Zukunft zu hoffen ist.

Wir haben die Böden zunächst eingetheilt in:

I. Verwitterungsböden. II Schwemmböden.

A. der Primitivgesteine. B. der deuterogenen Gesteine.

Ich lasse eine Zusammenstellung der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale für die weitere Gliederung der Schwemmböden folgen, weil diese Böden bisher am gründlichsten studirt sind. Eine detaillirte weitere Gliederung der Verwitterungsböden will ich hier nicht ausführen; es ist erst ein gründlicheres Studium derselben erforderlich, bevor ein derartiger Versuch Erfolg verspricht. Auch die eigentlichen Humusböden finden aus bereits angeführten Gründen hier keine weitere Berücksichtigung.

Schwemmböden.

I. Thonböden.	II. Lehmböden.	III. Kalkböden.	IV. Sandböden (incl. Kiesböden).	V. Schuttböden.
zähe oder mager (sandig)	ungleich-körnig oder gleich- (und fein-) körnig	eigentliche Kalkböden oder	Kiesböden	Geröllböden
kalkhaltig oder mergelig (Thonmergel)	gemeiner Lehm — Löß	Mergelböden (Kalkmergel, thonhaltig)	grober oder mittelkörniger oder feiner Sand (gleichkörnige Varietät: Perlsand)	eigentliche Geröllböden oder
oder kalkfrei	kalkreich oder mergelig oder kalkfrei (Lehm- resp. Lößmergel)			lehmige Geröllböden (z. B. hercynischer Schotter)
humusreich oder humusarm	humusreich oder humusarm (z. B. Hasselboden)		nährstoffreich oder nährstoffarm	
			kalkreich oder kalkfrei	
			humusreich oder humusarm	

sandiger Lehm und lehmiger Sand
kalkreich oder mergelig oder kalkfrei
(Sandmergel)
humusreich oder humusarm.

Die agronomiſche Kartirung.

1. Allgemeines.

In jeder Wiſſenſchaft ſtehen allgemeiner und ſpecieller Theil in einem ſich gegenſeitig begründenden und zugleich kritiſchen Verhältniſſe zu einander. Der allgemeine Theil hat die Methode auf Grund ſpecieller Unterſuchungen zu entwickeln und die allgemeinen Geſetzmäßigkeiten aus den Reſultaten ſpecieller Unterſuchungen zu abſtrahiren. Dem allgemeinen Theile als dem weſentlich methodiſchen, muß der ſpecielle Theil als darſtellender gegenüber geſtellt werden. Derſelbe hat demnach zu zeigen, wie ſpecielle Verhältniſſe neben den ihnen eigenen individuellen Eigenthümlichkeiten ein Ausdruck allgemein gültiger Geſetzmäßigkeiten ſind.

Der ſpeciellen Bodenkunde muß alſo die Aufgabe zugewieſen werden, die einzelnen Bodenvorkommen der verſchiedenen Oertlichkeiten in ihrer agronomiſchen Bedeutung zur Darſtellung zu bringen.

Rufen wir uns in das Gedächtniß zurück, daß wir in den vorangeſchickten allgemeinen Betrachtungen von den den Kulturwerth des Bodens bedingenden Eigenſchaften und ihrer Urſachen ausgehend, denſelben in dem Klaſſificationsſyſtem einen extractiven aber möglichſt präciſen Ausdruck zu geben verſuchten, ſo ergiebt ſich uns dieſes Letztere als Ausgangspunkt für die ſyſtematiſche ſpecielle Darſtellung.

Die Beſchreibung der ſpeciellen Bodenverhältniſſe einer Oertlichkeit geſtattet nur ſchwer und häufig ſogar nur unvollkommen eine klare Vorſtellung und Orientirung; es wird dieſelbe erleichtert durch eine beigegebene graphiſche Darſtellung. Als eine graphiſche Darſtellung ſpecieller Bodenverhältniſſe iſt die agronomiſche Karte aufzufaſſen; wir werden demnach an dieſelbe die Anforderungen ſtellen müſſen, welche wir an eine graphiſche Darſtellung zu ſtellen berechtigt ſind; höhere Anforderungen jedoch an dieſelbe füglich nicht ſtellen können. Es giebt Dinge, die ſich beſſer durch graphiſche Darſtellung und ſolche, die ſich beſſer durch beſchreibende Darſtellung zur Anſchauung bringen laſſen, deswegen wird die vollſtändige Darſtellung örtlicher Bodenverhältniſſe auf beiden Wegen

ihr Ziel verfolgen müssen, die Beschreibung (der erläuternde Text) kann nie durch die graphische Darstellung (Karten, Profilzeichnungen ꝛc.) ersetzt werden und umgekehrt, wohl aber müssen sich beide gegenseitig ergänzen.

Ebensowenig wie der Botaniker und Zoologe zur Klarlegung seiner Beobachtungen in vielen Fällen der graphischen Darstellung der von ihm untersuchten Objecte entbehren kann, ebensowenig wird dies auch der Geognost und Agronom stets ohne Karten und Profilskizzen vermögen; Alle werden jedoch nur äußerst selten im Stande sein, den Deutungen ihrer Beobachtung in der Zeichnung vollständig Ausdruck zu geben.

Sehen wir von den Werthe ab, welchen die specielle agronomische Bearbeitung einer abgegrenzten Localität für die allgemeine Bodenkunde hat und fragen uns nur, inwieweit kann und muß dieselbe dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens entsprechend der landwirthschaftlichen Praxis Aufschluß über den Kulturwerth gewähren?

Wie in den vorangeschickten Abschnitten erörtert, sind es die Constitution der einzelnen Bodenschichten, und die Anordnung derselben (Schichtenbau, Lagerung), sowie die physische Lage, von denen der Kulturwerth des Bodens abhängig ist, Momente, welche in den geologischen Verhältnissen der entsprechenden Oertlichkeit ihre Begründung finden. Die agronomische Bearbeitung wird demnach von der Betrachtung der geologischen Verhältnisse ausgehen müssen; sie hat auf Grund derselben die locale Ausbildung des Kulturbodens darzustellen und aus der Combination der gefundenen Einzelresultate Anleitungen zur Beurtheilung des Kulturwerthes und Winke bezüglich zweckmäßiger Kulturmethoden der in Frage stehenden Böden abzuleiten.

Es dürfte zu weit führen, wenn wir die sämmtlichen unternommenen Versuche agronomischer Kartirungen und Terrainbeschreibungen einzeln hier der Kritik unterziehen wollten; wir können das auch um so eher unterlassen und uns auf die Besprechung einiger neuerer Kartirungsarbeiten beschränken, weil in den letztgenannten nicht nur die früheren Leistungen in vollstem Umfange benutzt sind, sondern auch die Sache durch dieselben nicht unwesentlich gefördert ist. Bei diesen Besprechungen werden wir Gelegenheit finden, nicht nur bezüglich der Darstellungsmethode, sondern auch hinsichtlich des zu wählenden Maßstabes uns zu äußern.

In den letzten Jahren hat die Königl. geologische Landesanstalt begonnen, ihre geognostischen Aufnahmen auf Grund der Generalstabskarten (im Maßstabe 1 : 25000) auch auf das norddeutsche Flachland auszudehnen. Man verfolgt hierbei die Tendenz, nicht nur die geognostischen Verhältnisse darzustellen, sondern auch die obersten Bodenschichten bezüglich ihrer für agronomische Zwecke wichtigen Beschaffenheit möglichst zu berücksichtigen; und scheint geneigt zu sein, falls sich diese „agronomische

Bearbeitung" geognostischer Karten für das Schwemmland bewährt, dieselbe auch auf das Gebirgsland auszudehnen.

Von derartigen Arbeiten sind bereits erschienen:

Rüdersdorf und Umgegend auf geognostischer Grundlage agronomisch bearbeitet von Prof. Alb. Orth und

1. Lieferung (6 Sectionen), Karten aus dem Gebiete der Mark Brandenburg von Prof. Berendt; beide kartographischen Arbeiten begleitet von erläuternden Texten und je einer darauf bezüglichen Abhandlung.

Erfordert bereits der Inhalt der vorliegenden Arbeit an und für sich eine sachgemäße Kritik der hervorragenden kartographischen Leistungen für agronomische Zwecke, so fühle ich mich zu einer solchen um so mehr veranlaßt, durch ein von der Direction der Königl. geologischen Landesanstalt dem hiesigen landwirthschaftlichen Institute eingesandtes Schreiben, welches um eine agronomische Beurtheilung der Berendt'schen Karten nachsucht und mir vom Director des landwirthschaftlichen Instituts zugestellt ist, mit dem Ersuchen, in meiner vorliegenden Abhandlung die in Frage stehenden Arbeiten zu besprechen.

Was zunächst die Erweiterung der Thätigkeit der Königl. geologischen Landesanstalt in der in Rede stehenden Richtung anlangt, so kann meiner Ansicht nach die Landwirthschaft, sowie speciell die Bodenkunde dieselbe nur freudig begrüßen. In einem neu errichteten Laboratorium für Bodenuntersuchungen werden mechanische wie chemische Analysen (erstere mit dem Schoene'schen Apparate) in großer Anzahl ausgeführt und so nicht nur ein schätzenswerthes Material zur Ausarbeitung und Begründung der Bodenklassification geschaffen, sondern auch unsere Kenntnisse über die individuelle Ausbildung der einzelnen Bodenvorkommen in begrenzten Oertlichkeiten auf das Reichhaltigste vermehrt. Die Mitberücksichtigung der Terrain- und Lagerungsverhältnisse verspricht zugleich für die Zukunft werthvolle Aufschlüsse über die Bodenumbildungsprocesse zu liefern.

Allerdings kann ich mich mit der agronomischen Bearbeitung, wie sie die von Herrn Prof. Berendt seinen Karten beigegebene Abhandlung enthält, nicht in jeder Hinsicht einverstanden erklären, jedoch ist dabei immerhin zu bedenken, daß Berendt Geognost und nicht Agronom ist.

Bezüglich der kartographischen Darstellung kann ich wesentlich nur das wiederholen, was ich bereits bei Besprechung der Orth'schen Karte von Rüdersdorf und Umgegend [1]) gesagt: Es sind die geognostisch wichtigen

1) Journal für Landwirthschaft. Jahrgang 1878. S. 258.

Schichten in Farbe und Schraffirung angelegt, und die agronomisch bedeutsamen Auflagerungen durch Aufschrift rother Buchstaben bezeichnet. Die bereits von Orth gewählten Zeichen S = Sand, L = Lehm, L S = lehmiger Sand, S L S = schwachlehmiger Sand, M = Mergel, K = Kalk ꝛc. sind auch von Berendt beibehalten. Der Schichtenwechsel, das Profil, wurde durch Untereinandersetzen der entsprechenden Buchstaben, welche man durch einen Horizontalstrich trennte, bezeichnet, eine rechts neben dem Buchstaben stehende arabische Ziffer giebt die Mächtigkeit in Decimetern an. Beispiel:

L S 6
S 5
L 5
M

Die wichtigeren Profile sind außerdem noch zur besseren Veranschaulichung am Rande graphisch dargestellt.

Die Berendt'schen Karten unterscheiden sich von der Orth'schen eigentlich nur dadurch, daß weniger Bohrungen ausgeführt, wenigstens weniger rothe Zeichen in die Karten eingetragen sind, und daß die geognostischen auf der Karte in Farbe und Schraffirung angelegten Formationen außerdem noch mit schwarzen Buchstaben versehen sind, welche auf ihren petrographischen Character hindeuten, wie: a h = Alluvialer Humus und Moor, a t = Alluvialer Torf, a s, d s ꝛc. Inwieweit dieses Letztere als eine Verbesserung anzusehen ist, darüber läßt sich streiten, es ist allerdings richtig, daß dadurch jede einzelne Schicht doppelt gekennzeichnet wird, man hat aber auch die doppelte Anzahl Zeichen zu merken und behält daher die einzelnen selbstredend schwieriger im Gedächtnisse; jedenfalls wird das Gesammtbild ein noch unruhigeres und die von Andern und mir hervorgehobene Mangelhaftigkeit bezüglich der leichten Uebersichtlichkeit der agronomischen Verhältnisse auf der Orth'schen Karte dadurch in keiner Weise abgeholfen.

Unbedingt ist es als ein Fortschritt freudig zu begrüßen, daß in den Karten mit ihren erläuternden Texten den Lehrern und Forschern auf dem Gebiete der Bodenkunde eine gründliche wissenschaftliche Darstellung der Bodenverhältnisse der Mark Brandenburg und ein bislang unübertroffener Führer für Excursionen in die dortige Gegend geschaffen, jedoch kann der Verfasser die Ansicht, welche Berendt zu vertreten scheint[1]), nicht theilen, daß es den vorliegenden Leistungen gelungen ist, die geog-

1) Abhandl. zur geolog. Specialkarte von Preußen und den thüring. Staaten. Bnd. II. Heft 3. S. 58.

noſtiſchen und agronomiſchen Verhältniſſe gleichwerthig zur Anſchauung zu bringen.

Ob es überhaupt möglich iſt, auf derſelben Karte die agronomiſchen und die geognoſtiſchen Verhältniſſe gleichwerthig zur Anſchauung zu bringen, ſcheint mir zweifelhaft. Vor Allen ſind es zwei Umſtände, welche gegen die Möglichkeit ſprechen, auf dieſem Wege zwei Fliegen mit einer Klappe zu ſchlagen.

Die eine Schwierigkeit liegt in der bereits S. 54 hervorgehobenen Verſchiedenheit der Ziele, welche die Geologie und die Bodenkunde verfolgen und alſo auch kartographiſch zum Ausdruck zu bringen verſuchen müſſen; die zweite Schwierigkeit liegt darin, daß beide Wiſſenſchaften ſich keineswegs auf gleicher Entwickelungsſtufe befinden. Letzteres macht ſich beſonders auf dem Gebiete der Kartirung geltend.

Für die Kartirung für geologiſche Zwecke liegt bereits eine ſichere Methode vor, dieſelbe iſt ſoweit entwickelt, daß man ſchon vor zehn Jahren mit ſicherer Hoffnung auf Erfolg an eine ſpecielle geognoſtiſche Landesaufnahme herantreten konnte. Nicht das Gleiche läßt ſich von der agronomiſchen Kartirung ſagen; für dieſelbe liegt noch keine ſichere Methode vor, ſondern es muß eine ſolche erſt entwickelt werden. Bedenken wir, daß für eine den practiſchen Anforderungen einigermaßen genügende Klaſſification erſt allgemeine Grundzüge vorliegen, die noch einer weſentlichen Erweiterung durch wiſſenſchaftliche Detailunterſuchungen bedürfen, ſo kann ſelbſtverſtändlich von einer hinreichend entwickelten Methode der Kartirung, die ja die Klaſſification zur Vorausſetzung hat, noch nicht geſprochen werden. Bis wir aber in dieſer Hinſicht nicht auf ſicherer Baſis ſtehen, können wir uns auch keinen ſicheren Erfolg von einer Aufnahme in weiterem Umfange verſprechen, ebenſowenig von einer Vereinigung agronomiſcher Aufnahmen mit den geologiſchen.

Auch an den Maßſtab ſtellen die geologiſchen und agronomiſchen Specialkarten nicht die gleichen Anforderungen. Ziehen wir in Erwägung, daß an eine Specialkarte die Anforderung geſtellt werden muß, eine detaillirte Orientirung in dem dargeſtellten Terrain für den entſprechenden Zweck zu gewähren, ſo leuchtet ein, daß ſich ein beſtimmter Maßſtab als der für alle Verhältniſſe zweckmäßige nicht hinſtellen läßt; je complicirter der Erd- reſp. Bodenbau iſt, in deſto größerem Maßſtabe muß die Specialkarte angefertigt werden. Für die ſpecielle agronomiſche Kartirung eines Terrains aus dem norddeutſchen Diluvium wird z. B. in der Regel nicht ein ſo großer Maßſtab nothwendig ſein, wie ihn die ſpecielle kartographiſche Darſtellung einer großen Anzahl im Gebirgslande gelegener Oertlichkeiten fordert; jedenfalls dürfte der Maßſtab $\frac{1}{25000}$ für agronomiſche

Specialkarten in den meisten Fällen zu klein sein, während ein solcher für geologische Specialkarten meist genügen wird.

Es ist demnach eine der wichtigsten Aufgaben der Bodenkunde, die agronomische Kartirungsmethode weiter auszuarbeiten. Dieses Ziel ist meiner Ansicht nach nur zu erreichen durch wiederholte Versuche agronomischer Aufnahmen besonders in Oertlichkeiten mit complicirten Bodenverhältnissen, zugleich ist mit derartigen Aufnahmen eine Erweiterung und Läuterung der Bodenuntersuchungsmethode anzustreben. Allgemeine und specielle Bodenkunde müssen sich gegenseitig fördern, wenn ein wahrer, dauernder Erfolg erzielt werden soll.

Daß derartige Aufnahmen auch schon jetzt einen practischen Nutzen haben, dafür spricht die Anerkennung, welche meine Aufnahme des Rittergutes Crimderode nicht nur bei den Herren Interessenten, sondern auch in weiteren practischen Kreisen gefunden hat[1]).

Bei der Aufnahme einer agronomischen Karte muß man allerdings stets von der geologischen Grundlage ausgehen. Die Karte muß das Terrain auch seiner geognostischen Beschaffenheit nach zum Ausdruck bringen, einmal weil derartige Karten zugleich den Zweck haben, dem Landwirthe zur erfolgreichen Benutzung geognostischer Karten Anleitung zu geben; dann auch aus dem bereits S. 63 angeführten Grunde, weil die der gleichen Facies einer Formation entstammenden Böden gewöhnlich eine gewisse individuelle Zusammengehörigkeit zeigen, vermöge welcher sie sich anderen der gleichen agronomischen Gruppe zugehörigen, anderen Facies resp. Formationen entstammenden gegenüberstellen. Da wo die gleiche Facies petrographische Verschiedenheiten von agronomischer Bedeutung aufzuweisen hat, welche bei der geognostischen Aufnahme keine Berücksichtigung fanden, wird es sich empfehlen, denselben durch Anlage mit verschiedenem Farbenton Ausdruck zu geben. Für die Benutzung der geologischen Grundlage zur agronomischen Kartirung spricht außerdem noch der Umstand, daß die Reliefverhältnisse, welche ja die physische Lage der einzelnen Felder bedingen, stets von dem geologischen Bau abhängig sind.

Es ist eines von den Verdiensten Alb. Orth's eine agronomische Karte[2]) in größerem Maßstabe ($\frac{1}{5000}$) aufgenommen zu haben. Durch die Orth'sche Arbeit gelangte das Rittergut Friedrichsfelde, in der Um-

1) Die Karte ist dem Centralausschuß der Königl. Landwirthschaftsgesellschaft in Celle in der Herbstsession 1878 vorgelegt worden. Vom Vorsitzenden des Centralausschusses Herrn Landesöconomierath Kaufmann ist bereits die Anfrage an mich ergangen, ob ich bereit sei, sein bei Wolffenbüttel gelegenes Gut Linden zu kartiren.

2) Alb. Orth, die geognost. agronom. Kartirung ꝛc. erläutert an der Aufnahme vom Rittergut Friedrichsfelde bei Berlin, vom landw. Centralverein des Regierungsbezirks Potsdam gekrönte Preisschrift. Berlin, Verlag von Ernst & Korn, 1875.

gegend von Berlin, also im norddeutschen Diluvium gelegen zur Darstellung. Die Terrainübersicht ist durch Aufnahme der Horizontalen von 5 zu 5 Fß. gegeben, die gleichen Kulturbezirke sind besonders abgegrenzt und die feuchte oder trockene Lage durch besondere Zeichen vermerkt.

Die specielle Ausbildung des Grund und Bodens gelangte in folgender Weise zur Darstellung: Die geognostischen Formationen sind in Farbe angelegt und die auflagernden agronomisch wichtigen Schichten durch Aufschraffiren zur Anschauung gebracht, so daß die einzelnen Profile auch ihrer seitlichen Verbreitung nach in die Fläche der Karte selbst eingetragen sind. Um die individuelle Bodenbeschaffenheit möglichst genau zur Anschauung zu bringen, sind analytische Resultate (mechanische Analysen [1]), Kalkgehalt, Glühverlust) an den entsprechenden Stellen in der Karte verzeichnet. Ein umfangreicher erläuternder Text dient nicht nur der Karte als Commentar, sondern dehnt sich bezüglich seiner Besprechung auch auf die gesammten Bodenverhältnisse des norddeutschen Schwemmlandes aus.

Die gediegene Arbeit Orth's steht bezüglich ihrer gründlichen Untersuchungen jedenfalls unübertroffen da; der Verfasser hat an derselben nur auszusetzen, daß vielfach des Guten zu viel geschehen, daß besonders das Bild, welches die Karte zu gewähren bestrebt ist, ein so detaillirtes ist, daß die Uebersichtlichkeit nicht unbeträchtlich hierdurch leidet. Es sind wesentlich zwei Punkte, auf welche meiner Ansicht nach die complicirte kartographische Darstellung zurückzuführen ist, nämlich einmal die nicht ganz zweckgemäß erscheinende Abgrenzung der beschreibenden und graphischen Darstellung: es sind Unterschiede in der Karte vermerkt, deren meiner Ansicht nach, zweckmäßig nur in dem erläuternden Texte Erwähnung geschieht (z. B. specielle analytische Zahlen); dann die Art der Darstellung der Profile. Wollen wir ein klares, leicht übersichtliches Bild liefern, so ist es nicht möglich, ohne Benutzung der Perspective auf einer und derselben Fläche die dritte Raumesdimension zu berücksichtigen; es kann durch das directe Eintragen von Profilen in die Fläche der Karte durch verschiedene Schraffirung, Punktirung, Buchstabenzeichen ꝛc. nur ein complicirtes, wenig übersichtliches und daher schwer verständliches Bild geschaffen werden.

In der vorliegenden Kartirungsarbeit war ich bestrebt, dem Landwirth eine verständliche Darstellung eines Stückes „Gebirgsland" zu liefern. Wohl bin ich mir bewußt, daß die Arbeit von Mängeln keines-

1) Dieselben sind nicht mit dem Schoene'schen Apparate, sondern mit Sedimentirapparaten ausgeführt.

wegs frei ist, daß besonders die Darstellung der Terrainverhältnisse viel zu wünschen übrig läßt. Vielleicht erfährt meine Arbeit eine etwas nachsichtige Beurtheilung, wenn ich hervorhebe, daß es überhaupt die erste agronomische Karte in größerem Maßstabe ist, welche sich die Darstellung des Gebirgslandes, „der Verwitterungsböden" zur Aufgabe gewählt, sich also mit einem Special-Gebiete beschäftigt, in dem so gut wie keine Erfahrungen vorliegen.

Die Karte repräsentirt die Aufnahme des gebirgigen Theiles des Herrn Prof. Drechsler gehörigen Rittergutes Crimderode bei Niedersachswerfen, Amt Hohenstein (Ilefeld). Ich habe mich auf die Kartirung des Ackerlandes beschränkt, die Wiesen, Weiden ꝛc. unberücksichtigt gelassen. Die Aufnahme erfolgte ursprünglich im Maßstabe $\frac{1}{2500}$; zur Publication ist eine Reduction auf den Maßstab $\frac{1}{5000}$ vorgenommen. Als Grundlage für die Aufnahme diente mir die geognostische Karte Blatt Nordhausen, die vorhandenen älteren Specialkarten des Gutes und eine auf mein Ersuchen von der Königl. Finanzdirection zu Hannover mit dankenswerther Bereitwilligkeit auf Grund der vorliegenden Katasterkarten angefertigte Flurkarte im Maßstabe $\frac{1}{2500}$.

Nur mangelhaft konnten leider die Terrainverhältnisse zur Darstellung gelangen. Von einer Aufnahme der Horizontallinien, welche für das klare Verständniß einer Karte aus dem Gebirgslande zweifellos weit nothwendiger sind als für eine solche aus dem Flachlande, mußte der Kosten wegen leider Abstand genommen werden. Ich habe mich daher darauf beschränkt, die Reliefverhältnisse durch schwarze Bergschraffirung zur Anschauung zu bringen und außerdem die Neigungsrichtung der einzelnen Felder durch Pfeile anzudeuten. Ist diese Art der Darstellung auch eine mangelhafte, so wird sie doch wie ich hoffe mit Zuhülfenahme der im Text beigegebenen Erläuterungen einigermaßen verständlich sein.

Auch dürfte mir dieser Mangel bezüglich der graphischen Darstellung der Terrains füglich nicht zur Last gelegt werden können, da ich mir nur die Aufgabe gestellt habe, das Gut auf Grund der vorliegenden Hülfsmittel agronomisch zu kartiren. Als nothwendige Hülfsmittel für eine agronomische Kartirung sind aber erforderlich, eine Flurkarte, eine topographische und eine geognostische Aufnahme. Sind diese Hülfsmittel nicht vollständig zu beschaffen, so muß man aus der Noth eine Tugend machen und sich bezüglich der Ausführlichkeit der Darstellung beschränken. Ich lege den Schwerpunkt auf die hinreichend genaue und übersichtliche Darstellung der Bodenformationen und ihrer Lagerung.

Die Eintragung der Bodenformationen geschah auf Grund der im vorhergehenden Abschnitte entwickelten Klassification, außerdem wurden aus den mehrfach angeführten Gründen auch die geognostischen Formationen, denen

die betr. Böden entstammten, berücksichtigt. Ich war bemüht, ein möglichst einfaches, ruhiges, leicht übersichtliches Bild zu entwerfen und glaubte dem in folgender Weise am zweckmäßigsten zu genügen:

Die geognostischen Formationen wurden in Farbe angelegt und dabei möglichst das von Beyrich bei seiner geognostischen Aufnahme des Blattes Nordhausen gewählte Colorit beibehalten, jedoch mit Ausschluß jedweder Schraffirung, die ausschließlich zur Bezeichnung agronomischer Unterschiede in Anwendung kam. Wo also die geognostische Formation von Beyrich durch Schraffirung bezeichnet ist (Beispiel: Letten des oberen Zechstein), wurde hierfür eine einfache Grundfarbe substituirt.

Die auf dem Kartirungsgebiete sich findenden Hauptbodengruppen sind: Thonböden (größtentheils Verwitterungsthone, z. Th. angeschwemmter Thon), Lehmböden (hercynischer Löß- und Alluviallehm) und Geröllböden (hercynischer Schotter und alluviale Geröllanhäufungen). Die Thonböden wurden durch schräge Schraffirung auf der Grundfarbe der geognostischen Formation in einem dunkleren Farbentone in der Richtung von rechts oben nach links unten bezeichnet, für die Lehme wurde eine auf der erstgenannten senkrecht stehende Schraffirungsrichtung (von links oben nach rechts unten) gewählt [1]), übrigens die Schraffirung in gleicher Weise ausgeführt. Die Geröllböden wurden durch Einzeichnen dicker Punkte von dunkler Farbe auf die Grundfarbe gekennzeichnet; durch feinere Punktirung würden die Sandböden, welche sich auf unserem Terrain nicht finden, bezeichnet werden können. Die Unterscheidung von Untergruppen (characterisirt durch Kalkgehalt, Humusgehalt ꝛc.) geschah durch Einschreiben von Buchstaben; die weiteren Details sind aus der Farben- und Zeichenerklärung ersichtlich.

Bezüglich der Lagerungsverhältnisse kommen Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit von Krume und Untergrund, sowie Flach- und Tiefkrumigkeit in Frage. Nach dieser Richtung hin sind die Lagerungsverhältnisse theils durch Bohrungen, theils durch Profilbeobachtungen an Hohlwegen ꝛc. bis zur Tiefe von 2 Mtrn. ermittelt.

Es erschien angemessen dreizehn verschiedene Profile auf dem Kartirungsgebiete zu unterscheiden; dieselben sind am Rande der Karte graphisch dargestellt und in der Fläche der Karte durch römische Ziffern bezeichnet, welche an den betreffenden Stellen eingetragen sind. Durch diese Art der Darstellung glaube ich eine leichte Orientirung zu ermöglichen, ohne durch zu große Complication die Uebersichtlichkeit zu beeinträchtigen.

Die Profilskizzen habe ich mit Absicht „Bodenprofile“ und nicht

1) Der schrägen Schraffirungsrichtung gab ich des gefälligeren Aussehens wegen vor der verticalen und horizontalen Richtung den Vorzug.

dem Vorgange Orth's folgend „typische Profile" genannt. Ist es auch eine nicht unwesentliche Aufgabe der Wissenschaft, die Einzelvorkommen auf einen bestimmten Typus zurückzuführen, so darf man doch in einer angewandten Wissenschaft das Individualisiren nicht vergessen; gerade für die Naturbeobachtung zu landwirthschaftlichen Zwecken ist die Erforschung individueller Eigenschaften oft wichtiger als der Nachweis der Zugehörigkeit des Individuum zu einem generellen Typus[1]). Mag es nun wohl bei einfachen Lagerungsverhältnissen, wie sie sich im norddeutschen Schwemmlande finden, angemessen erscheinen, einer Anzahl von Profilbeobachtungen in einem Durchschnittstypus Ausdruck zu geben, so dürfte dies bei so complicirten Verhältnissen, wie sie sich am Rande des Harzes finden, nicht zu rechtfertigen sein. Findet man z. B. auf dem gleichen, den Thonschiefern des unteren Buntsandsteins zugehörigem Felde an einer Stelle eine flache steinige Krume von kaum 15 Cm. Mächtigkeit dem festen Gestein auflagern; in einer Entfernung von wenigen Schritten dagegen schon eine 50 Cm. mächtige Krume, während dieselbe an anderen Stellen 30 bis 25 Cm. ꝛc. in buntem Wechsel mächtig ist, so würde man ein unrichtiges Bild entwerfen, wollte man ein typisches Profil 30 Cm. (oder genauer 32 Cm.) Thon auf Buntsandstein construiren, ein Profil, welches möglicherweise den factischen Lagerungsverhältnissen nur an den wenigsten Stellen entspricht. Die besondere Abgrenzung derartiger oft in der seitlichen Entfernung von 1 Mtr. in den angegebenen Grenzen bereits wechselnder Profile dürfte ebenfalls unzweckmäßig sein. Ich habe daher in solchen Fällen der betreffenden römischen Ziffer am Rande zwei Profile beigegeben, welche den beiden in den Lagerungsverhältnissenbeobachteten Extremen entsprechen. Ich glaube hiermit ein naturgetreues Bild geliefert zu haben und es wird mit Benutzung der in diesen Erläuterungen gegebenen Beschreibung der Bodenbeschaffenheit der einzelnen Felder eine schnelle Orientirung nicht schwer fallen.

Auch bezüglich der Form der Zusammenstellung der Resultate und der aus den Resultaten zu ziehenden Consequenzen bin ich nicht ganz dem Vorgange Orth's gefolgt. Orth legt den Schwerpunkt darauf, möglichst vollständige Analysen seiner „typischen Profile" zu schaffen; er sucht dies zu erreichen, indem er eigentlich nie eine einzelne Schicht, sondern stets einen Schichtencomplex, das ganze Profil analysirt. Mir scheint ein derartiges Vorgehen nicht ganz frei von einem inneren Widerspruche zu sein. Unter einem „typischen Profil" hat man eben eine Abstraction auf Grund einer größeren Anzahl concreter Einzelbeobachtungen zu ver-

1) Für unseren vorliegenden Zweck, für die Praxis brauchbare Karten herzustellen, ist das Individualisiren absolut nothwendig.

ſtehen; es iſt ein ideales Profil, von dem die einzelnen, thatſächlich beobachteten Profile der Regel nach mehr oder weniger abweichen werden. In den beobachteten Profilen werden eine oder einige Schichten mehr dem allgemeinen Typus entſprechen, andere mehr oder weniger von demſelben abweichen. Unterſucht man nun die verſchiedenen Schichten einer ſolchen concreten Einzelbeobachtung, ſo kann das Reſultat nur in äußerſt ſeltenen Fällen der idealen Zuſammenſetzung eines typiſchen Profils entſprechen.

Weit richtiger und ſachgemäßer ſcheint es mir zu ſein, wenn man die Conſtitution einer Schicht in der Weiſe zu ermitteln ſucht, daß man von verſchiedenen Stellen, an welchen die Schicht genügend entwickelt iſt, Proben zur Analyſe entnimmt. Man gewinnt ſo ein Bild von den individuellen Abweichungen in der Zuſammenſetzung der Schicht, außerdem iſt es ein Leichtes aus den Reſultaten die typiſche Zuſammenſetzung der Schicht zu abſtrahiren, ſobald dies wünſchenswerth erſcheint.

2. Die geognoſtiſchen Verhältniſſe des Rittergutes Crimderode und die aus denſelben reſulturirende Terrain- und Bodenbeſchaffenheit.

Die geognoſtiſchen Formationen, welche ſich an der Zuſammenſetzung des Rittergutes Crimderode betheiligen, ſind:

1. die mittlere und obere Zechſteinformation;
2. die untere Buntſandſteinformation;
3. die Tertiärformation;
4. das Altquartär (hercyniſches Diluvium);
5. das Jungquartär (Alluvium).

Die aus dieſen Formationen hervorgehenden Ackerböden reihen ſich in die Gruppen der Thonböden, der Lehmböden und der Geröllböden ein.

Um die Lagerungsverhältniſſe wie ſie der Südharz zeigt, zu verſtehen, müſſen wir uns vergegenwärtigen, daß die gleiche Zerriſſenheit der einzelnen Schichten und der daraus reſultirende ſchroffe Wechſel von Berg und Thal, wie wir ihn heute beobachten, bereits in früheren Erdepochen vorhanden war.

Die mittlere Zechſteinformation erſtreckt ſich bezüglich ihrer Verbreitung hauptſächlich auf den nördlichen Theil des Rittergutes; ſie bildet daſelbſt ein Plateau, das ſich 600—700 Fß.[1]) über dem Spiegel der Nordſee erhebt. In nördlicher und öſtlicher Richtung ſetzt ſich das Plateau — die Namen „Kuhberg“[2]) und „Kalkberg“ führend — über

1) In den Preußiſchen Generalſtabskarten ſind die eingetragenen Horizontalen noch auf Fußmaß bezogen. Da ich die angeführte Zahl der Generalſtabskarte entnommen, halte ich es auch für zweckmäßig das Fußmaß beizubehalten.

2) Das Plateau iſt auf der Generalſtabskarte als „Hoſſeberg“ bezeichnet. Der

die Grenzen des Rittergutes hinaus fort, gegen Westen hin fällt es sehr steil in die Ebene des Zorgethales ein, eine mehrfach von Schluchten zerrissene Felswand an der Nordhausen-Ilefelder Chaussee bildend. Auch nach Süden hin ist der Einfallwinkel ein ziemlich steiler, jedoch noch nicht so steil, daß nicht Beackerung möglich wäre. Im Süden verschwindet die mittlere Zechsteinformation auf eine kurze Erstreckung unter jüngeren Schichten, von welchen die sogen. Crimderöder Schlucht[1]), das schmale, fruchtbare Thal, welches sich von Crimderode nach Rüdigsdorf hin erstreckt, ausgefüllt ist. Südlich der Crimderöder Schlucht tritt die mittlere Zechsteinformation wiederum zu Tage, den „Mittelberg" bildend, wo sie dann von einer schmalen Zone der oberen Zechsteinformation und von dem unteren Buntsandstein, welcher den südöstlichen Theil des Rittergutes bildet überlagert wird.

Die mittlere Zechsteinformation gliedert sich in den älteren Gyps (Anhydrit) und den demselben auflagernden Dolomit und Stinkschiefer. Die drei genannten Gesteine liefern in ihren Verwitterungsproducten im günstigsten Falle einen flachkrumigen, die Kultur kaum lohnenden Boden;

Name ist unrichtig; es hat da wahrscheinlich eine Verwechselung stattgefunden mit dem „Hofberg" benannten Buntsandsteinhügel, welcher am südwestlichen Ende des Dorfes liegt. Das Plateau umfaßt die Feldparcellen: „In den Trippels Bäumen", „An der Kuhtrift", „Am Heiligenthale" und „An der Sachswerfer Grenze"; den Südhang desselben bilden die Parcellen: „Am Lithberge", „An der Lehmgrube", und „Scheibelith" nebst dazwischen liegenden Bauernfeldern.

Es mag noch, um Mißverständnisse zu vermeiden, darauf aufmerksam gemacht werden, daß außer dem aus der mittleren Zechsteinformation gebildetem Plateau, noch der ebenfalls zum Rittergut gehörige, an der Nordhäuser Grenze (also im Süden der Feldmark) belegene, aus Schotter und Staublöß bestehende Hügel den Namen „Kuhberg" führt.

1) Die Bezeichnung „Crimderöder Schlucht" könnte den Landwirth befremden. Unter „Schlucht" versteht man einen im Verhältniß zu seiner Breite langen und sehr tiefen Einschnitt zwischen zwei Felsen. Der hier als „Schlucht" bezeichnete Thalgrund könnte dem Laien vielleicht etwas zu breit im Verhältniß zur Tiefe erscheinen; im geologischen Sinne trifft die Bezeichnung vollkommen zu. Es ist ursprünglich zwischen den Kalk- und Gypsfelsen eine tiefe Schlucht vorhanden, welche allerdings später z. Th. durch jüngere Bildungen (Lette des oberen Zechstein und diluvialen Löß) ausgefüllt ist. Nach dieser Erläuterung dürfte es gestattet sein, auch in einer agronomischen Schrift die Bezeichnung „Schlucht" für den immerhin schmalen Thalgrund beizubehalten. Es empfiehlt sich allein schon aus dem rein practischen Grunde der leichteren Verständigung, das in der „Crimderöder Schlucht" befindliche aus „Löß" bestehende Thalland, dem des ungleich breiteren Zorgethales, welches aus alluvialem, lehmigem Gerölboden besteht, gegenüberzustellen. Die Schlucht umfaßt in der Crimderöder Feldmark die Parcelle: „Braune Erde", eine Ausfackung derselben ist „der große Hasenwinkel".

dagegen ſind ſie es, welche durch ihr Zutagetreten dem Pfluge die Grenze ſetzen und vorwiegend — wenn auch keineswegs ausſchließlich — als kulturfeindliche Elemente von agronomiſchem Intereſſe ſind.

Der Ackerboden, welcher ſich auf dem Plateau findet, iſt nicht etwa die Verwitterungsſchicht der Geſteine der mittleren Zechſteinformation, wie das der mit den geologiſchen Wiſſenſchaften weniger vertraute Landwirth nach der Beyrich'ſchen Karte wohl annehmen könnte, ſondern es ſind jüngere Bildungen, welche früher in größerer Mächtigkeit die mittlere Zechſteinformation überlagert haben, und durch ſpätere Eroſionen bis auf relativ kleine Reſte wieder entfernt ſind, aus denen der Ackerboden auf dem Plateau beſteht[1]).

Die nach Beyrich etwa 200 Fß. mächtige Anhydritablagerung, welche — ſoweit ſie den atmoſphäriſchen Einflüſſen ausgeſetzt, bereits in waſſerhaltigen Gyps umgewandelt iſt, bildet die Baſis des Schichtenſyſtems der mittleren Zechſteinformation und tritt daher nur an den Stellen zu Tage, wo ſie durch ſpätere Eroſionen blos gelegt iſt. Es iſt dies auf unſerem Terrain beſonders der Fall an den Rändern des Plateau, welches der ältere Gyps als ein zumeiſt von Diluvialablagerungen bedeckter Rahmen einfaßt. Deutlicher als auf der beigegebenen agrono-

---

1) Nach der Beyrich'ſchen Aufnahme ſetzt ſich das Plateau aus den Geſteinen der mittleren Zechſteinformation (Gyps, Dolomit, Stinkſchiefer) zuſammen, nur an der öſtlichen Grenze, z. Th. bereits über das Gebiet der Crimderöder Feldmark hinausgehend, ſind zwei Schotterkuppen verzeichnet. Ein Blick auf die von mir aufgenommene Karte zeigt, daß größtentheils jüngere Bildungen (Letten der oberen Zechſteinformation und Diluvium) die Oberfläche des Plateau zuſammenſetzen, während die Geſteine der mittleren Zechſteinformation nur in einzelnen Kuppen und Stöcken zu Tage treten. Beyrich hat, vom geolog. Standpunkte aus betrachtet, vollkommen Recht, wenn er die in relativ geringer Mächtigkeit auflagernden jüngeren Schichten nicht berückſichtigte und nur die Geſteine der mittleren Zechſteinformation in die Karte eintrug. Sind es doch dieſe älteren Geſteine, welche ſowohl den inneren Bau als auch die äußere Form des Plateau bedingen.

Es ſcheint mir aber hier beſonders am Platze zu ſein, darauf hinzuweiſen, wie wichtig beſonders in Oertlichkeiten mit complicirten geolog. Verhältniſſen die Herſtellung agronomiſcher Karten neben geognoſtiſchen iſt. Gerade auf dem in Rede ſtehenden Plateau haben ſich gebildete Landwirthe nicht orientiren können; ſie ſehen den dort lagernden Boden größtentheils für ein Verwitterungsproduct der mittleren Zechſteinformation an. Ich glaube, daß wir nicht einmal bei der Mehrzahl der vom Staat geprüften Forſtleute — geſchweige denn bei den Landwirthen — einen ſolchen Grad von geolog. Bildung vorausſetzen dürfen, daß ſie ſich auf Grund der vorliegenden geognoſt. Karten in allen Fällen über die Bodenverhältniſſe genügend orientiren können. Nur durch die ſpecielle agronomiſche Bearbeitung von Oertlichkeiten mit complicirten Bodenverhältniſſen können wir den Landwirth allmählich zu erfolgreicher Benutzung geognoſtiſcher Karten anleiten!

mischen Karte, die ja nur ein kleines Terrain umfaßt, und auf welcher außerdem die einzelnen Formationen auch nur, soweit sie sich an der Zusammensetzung der Felder betheiligen, berücksichtigt sind, ist diese Lagerungsform auf der Beyrich'schen geognostischen Karte zu erkennen.

Westlich der Zorge überlagert den Gyps eine etwa 150 Fß. mächtige Schicht von dolomitischem Gestein und östlich derselben eine Stinkschieferschicht von circa 50 Fß. Mächtigkeit. Eine Linie von Crimderode aus in nördlicher Richtung gezogen bezeichnet etwa die Grenze, an welcher beide Bildungen klammerartig in einander greifen, wo sich dann der Dolomit unter dem Stinkschiefer verliert.

Soweit die genannten Gesteinsbildungen anstehen, soweit denselben eine Decke von jüngeren, zur Kulturbodenbildung geeigneten Schichten in weiterer Erstreckung mangelt, ist eine Nutzung des Terrains durch Beackerung von vornherein ausgeschlossen, da wo sie sich als Liegendes jüngerer Bildungen finden, ist wesentlich die Mächtigkeit der letzteren maßgebend, inwieweit die ersteren auf den Kulturwerth des Bodens influiren.

In der Ausdehnung, in welcher die drei genannten Gesteine als anstehend in die Karte eingetragen sind, liegen sie so flach, daß sie theils die Ackerfläche um einige Zoll überragen, theils mit dem Pfluge erreicht werden. Der Einfallwinkel der Schichten ist dabei häufig ein äußerst steiler, so daß das an einer Stelle anstehende Gestein an einer anderen in einer Entfernung von kaum einem Meter bereits in zwei Meter Tiefe nicht mehr zu erbohren ist, häufig fallen die Schichten allmählig ein und lassen sich auf weitere Erstreckung etwa 0,5—1 Mtr. unter der Oberfläche constatiren.

Die Mächtigkeit der hangenden, erdigen Schichten ist selbstredend für die Bodenkultur von der größten Bedeutung; soweit die Krume eine flache ist, leiden die Felder des Plateau leicht in trockenen Jahren; erfolgen häufig Niederschläge, besonders im Frühjahre zu der Zeit, in welcher die Vegetation den ersten kräftigen Anlauf nimmt, so schlagen die jungen Pflanzen auch in dem in den oberen Schichten etwas gemürbtem Gestein Wurzel; der Pflanzenstand wird ein so dichter, wie man es nach der ungleichmäßigen, bezüglich seiner physikalischen Beschaffenheit wenig günstigen Bodenunterlage kaum erwarten konnte; die Ernte wird eine befriedigende [1]).

Der Gyps ist ferner durch seine leichte Löslichkeit [2]) noch von Ein-

1) Als ein Beispiel, wie hoch die Erträge in günstigen Jahren steigen können, mag angeführt werden, daß auf der, auf dem Plateau gelegenen Parcelle, „in den Trippels Bäumen" ein Ertrag bis 18 Scheffel Bohnen pro Morgen erzielt ist.

2) Ein Theil Gyps löst sich bekanntlich in circa 400 Theilen Wasser.

fluß auf die Bodenconfiguration. Zahlreiche Depressionen, die sich auf den betreffenden Feldern finden, verdanken ihre Entstehung Erdfällen, die als Folgen der durch die unterirdischen Gewässer gelösten Gypsunterlage zu betrachten sind.

Der Gyps zerfällt da, wo er in größerer Ausdehnung zu Tage tritt, vielfach zu Asche (Gypsguhr). Beyrich giebt an, daß dies nur dort der Fall sei, wo derselbe mit Stinkschiefer in Contact stehe; dem Gyps sei unter solchen Verhältnissen vielfach Stinkschieferſubstanz beigemengt, in Folge dessen nehme derselbe eine lamellare, schieferige oder flaserige Structur an. Beyrich führt eine von Freiesleben gemachte Beobachtung an, daß an ausgewaschenen Oberflächen des Gypses an geschützten Stellen zuweilen noch die Stinkschieferſubstanz „staubartig wie Zellgewebe" anhängt, das bei der leisesten Berührung abfällt. Beyrich scheint der Ansicht zu sein, daß die Asche größtentheils aus Stinkschieferſubstanz bestehe.

In Crimderode findet sich ein Gypsguhrlager am Kalkberge dicht bei dem als „kleiner Hasenwinkel" bezeichneten Felde. Allerdings lagert daselbst der Stinkschiefer dem Gypse auf, auch ist vielfach schiefrige und flaserige Structur des Gypses zu beobachten, ich fand auch wiederholt Gypsschieferplatten, deren Oberfläche mit einem feinen, staubigen Ueberzuge bedeckt war, welcher mit Mineralsäure betropft, Kohlensäure entwickelte, also jedenfalls ein Rückstand der kalkhaltigen Stinkschieferſubstanz seien mußte. Dagegen erwies die Analyse, daß nur geringe Mengen von Carbonaten in der Asche enthalten sind. In zwei untersuchten lufttrockenen Proben wurde gefunden:

I.	II.
0,780 % CO_2	0,860 % CO_2
= 1,772 % $CaOCO_2$	= 1,954 % $CaOCO_2$

Die Ablagerung besteht demnach vorzugsweise aus Gypsmehl, welchem jedoch wahrscheinlich Kieselsäure — dieselbe wurde nicht bestimmt — beigemengt ist. Dieses Gypsmehl wird, wie man sagt zu Düngezwecken, in den Handel gebracht.

In Folge der Volumenvergrößerung, welche mit der Umbildung des Anhydrits in wasserhaltigen Gyps verbunden ist, haben vielfach Hebungen, Zerreißungen und Verschiebungen der hangenden Schichten stattgefunden. Auf diese Ursache wird auch die Entstehung der Rauchwacken, welche sich in den Dolomiten finden, zurückgeführt: Fragmente von Dolomiten, die später durch ein kalkig-kieseliges Bindemittel wieder verkittet sind; durch den Zerfall des Dolomites zu Asche erhalten sie das ihnen eigene zellige, caverniöse Aussehen.

Eine Anhäufung von Dolomitaschen von einer den Gypsguhren nur

annähernden Mächtigkeit konnte ich nicht beobachten; bei der ſchwierigen und langſamen Verwitterung des Dolomites iſt wohl anzunehmen, daß der allmählich ſich bildende Geſteinsdetritus ſofort durch die meteoriſchen Waſſer fortgewaſchen wird. Nur an geſchützten Stellen, z. B. da, wo die Letten des oberen Zechſtein in geringer Mächtigkeit auflagern, fand ich unter denſelben auf dem feſten Geſtein eine flache Verwitterungskruſte von Aſche. In einer lufttrockenen Probe eines derartigen Vorkommens wurden gefunden: 21,700 % CO_2 entſprechend 49,324 % $CaOCO_2$ = 27,624 % CaO, der ſelbſtredend zum Theil durch MgO [1]) vertreten iſt.

Bodenbildend im eigentlichen Sinne des Wortes tritt der Dolomit ebenſo wenig auf wie der Gyps, dagegen wird der zerfallene Grus des Stinkſchiefers vielfach beackert, ſelbſt wenn er kaum von Spuren jüngerer, erdiger Bildungen bedeckt iſt. Ein derartiges Gebilde, wie es z. B. der „Steingraben" faſt ausſchließlich zuſammenſetzt, ſich ferner auf dem „Stöckey-Felde" an der Nordoſtgrenze des Stückes findet, den öſtlichen Theil der „Hirtebeeren" ausmacht, iſt kaum mehr kulturfähig und daher auch in die Karte als Stinkſchiefergeſtein eingetragen.

Die obere Zechſteinformation beſteht aus einer Ablagerung von geſchiebefreien, größtentheils ſehr zähen Lettenthonen und aus Abſätzen von waſſerhaltigem Gyps (nicht Anhydrit), dem ſogen. jüngeren Gyps. Eine Angabe über die Mächtigkeit der Letten enthalten die Beyrich'ſchen Texte nicht; in Thongruben der Niederſachswerfer Feldmark fand ich dieſelben etwa 10 Mtr. mächtig aufgeſchloſſen, ohne daß dabei das Liegende derſelben freigelegt wäre.

Die Letten betheiligen ſich an der Bodenbildung hauptſächlich auf dem Plateau, welches den nördlichen Theil des Rittergutes bildet, ſie lagern daſelbſt der mittleren Zechſteinformation auf und bedecken dieſelbe zum Theil in nur geringer Mächtigkeit, zum Theil in einer ſolchen von mehreren Metern. Als muldenförmige Ablagerung füllen ſie in der Tiefe unter einer mächtigen Decke von hercyniſchem Löß die Crimderöder Schlucht größtentheils aus, indem ſie am ſüdlichen Rande des Plateau ihrer Unterlage (dem älteren Gyps, Dolomit, Stinkſchiefer) entſprechend in ſteilem Winkel einfallen. An den Rändern des Hohlweges, welcher von der Lehmgrube, dem Kirchhofe gegenüber nach dem Plateau hinaufführt, ſieht man die Letten etwa 1,5—2 Mtr. aufgeſchloſſen, zugleich beobachtet man die Auflagerung des Löſſes, welcher an den tiefſten Stellen des Hohlweges die Letten in 3—4 Mtr. Mächtigkeit überlagert

1) Zirkel, Lehrbuch der Petrographie I., S. 285 giebt für den Zechſteindolomit von Ilefeld a./Harz folgende Zuſammenſetzung:

55,62 $CaOCO_2$—42,40 $MgOCO_2$—0,56 FeO (Rammelsberg).

und nach der Höhe zu allmählig auskeilt. In der Schlucht ſelbſt ſind die Letten von einer mächtigen Lößablagerung bedeckt und treten erſt wieder ſüdlich vom Mittelberge an einzelnen Stellen zu Tage, wo ſie dann unter dem unteren Buntſandſteine verſchwinden, von welchem ſie an einzelnen Stellen durch Ablagerungen jüngeren Gypſes getrennt ſind.

Auf dem Plateau füllen die Letten die Unebenheiten zwiſchen den anſtehenden Felſen der mittleren Zechſteinformation aus; es erklärt dies den unregelmäßigen und ſchroffen Wechſel in der Mächtigkeit der Schicht.

Soweit die Letten nicht von diluvialen Bildungen bedeckt ſind, bilden ſie auf dem Plateau die Ackerkrume; auch da, wo das Diluvium direct den Bildungen des mittleren Zechſtein auflagert, ſcheinen ſie dieſelben urſprünglich bedeckt zu haben, in den meiſten Fällen zeigen die unteren Lößſchichten eine thonigere Beſchaffenheit, welche man wohl als Spuren früher vorhanden geweſener und größtentheils durch Eroſion entfernter Lette betrachten muß.

Die Lette iſt eine ſehr zähe geſchiebefreie Thonablagerung, meiſt von brauner, bläulicher auch rother Farbe; der Thon findet ſich in der Regel vielfach in einem concretionären, ſo verhärteten Zuſtande, daß die quantitative mechaniſche Trennung höchſt ſchwierig iſt, derſelben ein zweiſtündiges Kochen und Rühren vorhergehen muß. Iſt die Lette auch freilich nicht eigentlich zu Stein erhärtet, ſo iſt der Lettenthonboden doch ſeiner Entſtehung und Lagerung nach als ein Verwitterungsthon der deuterogenen Geſteine zu betrachten.

Die nachſtehenden Analyſen zeigen, daß die Lettenthone zu den extremen Thonböden zu rechnen ſind. Trotz dieſer Bindigkeit leiden die Lettenthonböden, wo ſie flach liegen, bei der Kalkſtein- reſp. Gypsunterlage mehr an Trockenheit als an Näſſe.

Lettenthon des oberen Zechstein von Crimderode [1]).

Körnelung in Mm.	An der Sachswerfer Grenze			In den Trippels Bäumen		An der Kuhtrift		Am Lithberge
	roth	weiß, sehr zähe	bläulich mit gelben Adern	roth	roth	roth	braun	braun
	50—60 Cm.	60—70 Cm.	150 Cm.	10 Cm.	20 Cm.	50 Cm.	100 Cm.	15—30 Cm.
über 10	0,41	—	0,14	2,32	0,77	1,47	—	6,01
10—8	0,35	—	—	0,90	0,44	—	0,25	0,40
8—6	0,20	—	—	0,77	0,45	0,16	0,06	0,28
6—4	0,21	—	0,03	1,33	0,40	0,17	0,20	0,46
Summa	1,17	—	0,17	5,32	2,06	1,80	0,51	7,15
Feinboden %	**98,83**	**100,00**	**99,83**	**94,68**	**97,94**	**98,20**	**99,49**	**92,85**
Der Feinboden besteht aus:								
4—3	0,310	0,038	0,068	0,282	0,270	0,876	0,326	0,492
3—2	0,560	0,062	0,156	1,014	0,710	1,162	0,500	0,692
2—1,5	0,720	0,062	0,132	1,144	0,826	2,006	0,622	0,560
1,5—1	0,844	0,130	0,368	1,488	0,900	2,260	1,316	0,576
1—0,5	1,936	0,424	1,150	2,370	2,154	3,694	2,026	0,912
0,5—0,25	} 10,686	} 4,026	} 9,844	8,652	9,716	} 10,576	} 6,236	} 6,000
0,25—0,1				4,890	5,346			
0,1—0,05	16,000	6,610	11,776	7,916	7,220	7,542	6,780	10,460
0,05—0,01	20,490	15,900	18,516	21,182	19,968	17,232	20,880	29,386
unter 0,01	**47,436**	**71,268**	**56,896**	**50,136**	**51,736**	**53,556**	**57,488**	**50,166**

1) Diese Zahlen drücken in dieser, wie in den folgenden Zusammenstellungen mechanischer Analysen die procentische Zusammensetzung aus.

Die Lette ist größtentheils eine kalkfreie Ablagerung, selbst da wo einzelne Dolomitfragmente aus den daneben anstehenden Felsen in dieselben gelangt sind, sind sie in Folge dessen nicht mergelig und brausen nicht mit Säuren. Mergelig sind die Letten an einzelnen Stellen, wo sich ihnen zugehörige Dolomitablagerungen in denselben finden. So zeigten rothe Letten in den Trippels Bäumen einen CO_2gehalt von 4,060 % = 9,228 % $CaOCO_2$, braune Letten (am Lithberge) einen CO_2gehalt von 1,260 % = 2,763 % $CaOCO_2$.

Vereinzelt sind die Letten durch Vermischung mit dolomitreichen Lagen von hellbräunlicher Farbe in eine Art mergeligen, lehmigen Thon umgewandelt, der seinen strengen Character vollständig verloren hat. Das Rittergut Crimderode zeigt ein solches Vorkommen von einiger Ausdehnung nur auf dem westlichen Theil des Feldes „am Lithberge". Es wurden von dem nur einige Quadratmeter an räumlicher Ausdehnung umfassenden, auf der Karte mit „Do" bezeichneten Vorkommen einige Proben der mechanischen Analyse unterworfen und zugleich Kohlensäurebestimmungen vorgenommen. Das Ergebniß ist das folgende:

Dolomitreiche Letten des oberen Zechstein (am Lithberge).

Körnelung in Mm.	I. a. 10 Cm.	I. b. 10—25 Cm.	I. c. 25—50 Cm.	II. a. 20—40 Cm.	II. b. 40—80 Cm.
über 10	7,88	9,61	12,78	0,28	0,33
10—8	0,91	0,78	0,50	0,23	0,07
8—6	1,44	0,72	0,75	0,33	0,52
6—4	1,30	0,66	0,82	0,12	0,22
Summa	11,53	11,77	14,85	0,73	1,14
Feinboden	88,47	88,23	85,15	99,27	98,86
Der Feinboden besteht aus:					
4—3	1,100	0,624	1,190	0,346	0,542
3—2	1,440	0,662	0 836	1,164	0,636
2—1,5	1,288	0,502	0,512	1,700	0,924
1,5—1	1,184	0,480	0,590	1,964	0,990
1—0,5	1,850	1,236	1,044	3,362	1,976
0,5—0,25	} 9,486	} 9,850	} 9,212	} 10,070	} 10,980
0,25—0,1					
0,1—0,05	11,176	11,092	10,902	12,820	15,430
0,05—0,01	34,528	24,608	30,900	28,370	28,710
unter 0,01	36,608	46,906	46,066	38,324	38,360

In den feinerdigen Theilen (kleiner als 0,5 Mm.) dieser Böden wurde gefunden:

	I.			II.	
	a.	b.	c.	a.	b.
CO_2	6,300 %	9 350 %	3,500 %	2,550 %	2 450 %
entspricht $CaOCO_2$	14,319 %	21,252 %	7,955 %	5,796 %	5,568 %
entspricht CaO	8,019 %	11,902 %	4,455 %	3,246 %	3,118 %

Der jüngere Gyps der oberen Zechsteinformation steht auf dem Guts-Areal nur an einer Stelle an, und zwar im Junkernholz, wo er die Letten des oberen Zechstein vom unteren Buntsandstein trennt. Ein Einfluß des jüngeren Gypses auf die Entwickelung der Bodenverhältnisse ist für Crimderode nicht zu constatiren.

Den Letten auflagernd findet sich die untere Abtheilung der Buntsandsteinformation. Dieselbe liefert in ihren Verwitterungsproducten zum größten Theil das Bodenmaterial für den südlichen Theil des Ritterguts. Auf der nördlichen Seite findet sie sich nur in geringer Verbreitung an dem südwestlichen Abhange des Plateau (am Lithberge).

Die untere Abtheilung des Buntsandsteins besteht aus feinkörnigen, schieferigen Sandsteinen von rother Farbe, wechselnd mit graufleckig gefärbten, beide bestehend aus Quarz und Feldspathkörnern; diese Sandsteine sind vielfach durch ein thoniges Bindemittel verkittet. Das Resultat der Verwitterung dieser Gesteine ist ein Thonboden, der je nach dem Prävaliren oder Zurücktreten des Bindemittels bindiger oder sandiger ist, nie aber die Zähigkeit des Lettenthones erreicht.

Der südliche, vorwiegend aus Buntsandstein gebildete Theil von Crimderode läßt sich bezüglich seiner Reliefverhältnisse mit einem vorwiegend nach Norden und Süden geneigtem Dach vergleichen, als dessen Giebel das Schottervorkommen auf dem „Disselberge" angesehen werden kann, welches etwa 125—150 Fß. über dem Niveau des Zorgebett gelegen, nach Norden und Süden ziemlich steil bis zu diesem Niveau abfällt, schwächer ist das Gefälle nach Osten und Westen. Die Folge dieses steilen Einfallwinkels ist ein theilweises Abrutschen der erdigen Verwitterungsproducte, daher leiden die betreffenden aus qualitativ keineswegs ungünstig beschaffenem Gesteinsmaterial zusammengesetzten Felder zum Theil an Flachkrumigkeit.

An den ſteilſten Stellen findet ſich eine flache, ſteinige Verwitterungsſchicht von kaum 15 Cm. dem feſten Geſteine auflagernd, die allerdings im übrigen eine erdigere (thonige) Beſchaffenheit annimmt, aber eine Mächtigkeit von 0,5 Mtr. ſelten überſchreitet. An der Baſis der Hänge beſonders in dem ſüdlich des Diſſelberg und Sichelberg belegenem Thale haben ſich die von den Bergen abgeſchlämmten, thonigen Beſtandtheile zum großen Theile angeſammelt, es findet ſich da ſtellenweiſe ein tiefkrumiger Rand, eine Thonſchicht von 1 Mtr. und darüber, welche dem feſten Geſtein auflagert. Auf der Karte ſind die tiefkrumigen Partien abgegrenzt.

Eck erwähnt in den Erläuterungen zur geologiſchen Karte des Blattes Nordhauſen verſchiedene Rogenſteinadern, welche beſonders wegen ihrer Wichtigkeit für die Bodenbildung verfolgt und in die geolog. Karte eingetragen ſind. Wie Eck ſelbſt ſagt, zeigen dieſe Adern größten Theils zwar nicht ein oolithiſches Gefüge, ſind jedoch ſehr kalkhaltig und wohl deswegen, ſowie auch wegen ihrer Lagerung als den eigentlichen Oolithen [1]) gleichwerthige Bildungen aufgefaßt.

Ich konnte auf den Crimderoder Feldern weder die einzelnen Adern verfolgen, noch eine weitgehendere Vertheilung von kohlenſaurem Kalk in die Verwitterungsproducte des dortigen Buntſandſteins conſtatiren, dieſelben ſind mit wenigen Ausnahmen kalkfrei, oder enthalten günſtigen Falls nur einige Zehntel Procente an kohlenſaurem Kalk. Dieſe Beobtung iſt mir auch von mehreren Landwirthen der dortigen Gegend z. B. von Herrn Gutspächter Böhl auf Crimderode und Herrn Oberamtmann Schmidt auf Walkenried beſtätigt worden.

Nur an zwei Stellen fand ich an Hohlwegen graue und rothe Thonſchichten aufgeſchloſſen, welche aus 0,5 bis 1 Cm. ſtarken Thonlagen beſtehen, zwiſchen denen dünne kaum 1 Mm. ſtarke kalkreiche Adern eingeſprengt ſind; die eine Stelle iſt an der Sedetrift, die andere, an welcher die Adern am beſten entwickelt ſind, am weſtlichen Ende des Junkernholzes; in beiden Fällen waren jedoch dieſe Schichten bereits auf den benachbarten Feldern nicht weiter zu verfolgen. Es gelang mir nicht, die ſchmalen kalkreichen Adern aus den Thonlagen heraus zu präpariren; ich habe daher Kohlenſäurebeſtimmungen im Geſammtvorkommen aus-

1) Unter Oolith auch Piſolith (Rogen- oder Erbſenſtein) verſteht man Anhäufungen von kleinen rundlichen concretionären Bildungen, welche aus abwechſelnd ineinander geſchachtelten Lagen einer kieſelig thonigen Subſtanz und Kalk beſtehen. Derartige Bildungen finden ſich bekanntlich in verſchiedenen Formationen u. A. auch im Thone des unteren Buntſandſteins. In dieſer Formation ſind ſie z. B. bei Schiepzig bei Halle a./S. ſehr ſchön entwickelt.

geführt. Die Vorkommen im Junkernholz zeigten im lufttrockenen Zustande folgenden Kalkgehalt:

	I. grauer Thon mit Kalkadern %	II. rother Thon mit Kalkadern %
CO_2	3,250	1,175
entspricht $CaOCO_2$	7,387	2,670

Auf dem Felde fand ich ein einziges derartiges Vorkommen, und zwar am Lithberge; es wurden daselbst fünf übereinander liegende Schichten untersucht; das Ergebniß ist das Folgende:

	I. 0—10 Cm. %	II. 10—20 Cm. %	III. 20—50 Cm. %	IV. 50—80 Cm. %	V. 80—100 Cm. %
CO_2	3,200	2,550	3,400	2,150	3,250
entspricht $CaOCO_2$	7,273	5,806	7,728	4,886	7,387

Es soll keineswegs behauptet werden, daß die kalkhaltigen Adern, die ja auch von mir als vorhanden constatirt sind, ohne Einfluß auf die Ausbildung und Zusammensetzung der Buntsandsteinthone wären, nur möchte ich betonen, daß es eine irrige Annahme wäre, diesen Böden einen für Kulturzwecke genügenden Kalkgehalt zuzusprechen. Der analytische Befund spricht für Kalkzufuhr und nach den bisherigen Erfahrungen ist eine solche auch von Erfolg [1]).

Es folgt eine Anzahl mechanischer Analysen von Buntsandsteinthonen; durch dieselben dürften diese Böden als sandige Thonböden characterisirt werden.

1) Allerdings spricht für einen geringen — freilich chemisch kaum nachweisbaren — Kalkgehalt der Umstand, daß auch ohne Kälkung Klee auf den Crimderböden Buntsandsteinfeldern gedeiht, während dies auf absolut kalkfreien Boden z. B. dem kalkfreien Staublöß und Schotter am Kuhberge nicht der Fall ist. Aber auch auf den Buntsandsteinfeldern war Kälkung von deutlich sichtbarem Erfolge.

Thon des unteren Buntsandstein von Crimderode.

Körnelung in Mm.	Am Lithberge I. 20 Cm.	Am Lithberge II. 30—42 Cm.	Am Lithberge III. 42—60 Cm.	Am Lithberge IV. 60—85 Cm.	Am Hofberge flachkrumig bis 15 Cm.	Am Disselberge flachkrumig 10—30 Cm.	Am Disselberge tiefkrumig 20—30 Cm.	Am Sichelberge tiefkrumig 40 Cm.
über 10	2,65	5,07	0,95	10,00	28,26	15,85	0,93	nicht bestimmt
10—8	0,20	0,54	0,39	1,05	0,53	1,89	0,33	
8—6	0,09	1,07	1,14	0,81	0,40	3,11	0,54	
6—4	0,85	1,02	1,33	0,81	0,30	4,34	0,63	
Summa	3,79	7,70	3,81	12,67	29,49	25,19	2,43	
Feinboden %	**96,21**	**92,30**	**96,19**	**87,33**	**70,51**	**74,81**	**97,57**	
Der Feinboden besteht aus:								
4—3	0,392	1,252	0,756	0,980	1,946	2,396	0,380	0,776
3—2	0,678	1,472	1,844	1,722	3,000	4,760	0,738	2,090
2—1,5	0,740	0,432	1,224	0,716	1,966	4,020	0,614	1,694
1,5—1	0,444	0,302	0,880	0,578	1,540	3,186	0,560	1,776
1—0,5	0,556	0,274	0,784	0,354	1,620	3,502	0,790	2,324
0,5—0,25	0,220	1,856	4,024	0,930	} 11,358	6,184	} 11,710	4,980
0,25—0,1	2,010	4,262	4,460	10,624		8,310		8,072
0,1—0,05	12,310	14,450	16,282	14,988	17,346	12,966	14,662	15,782
0,05—0,01	23,670	17,602	16,006	21,150	17,640	11,498	17,760	12,438
unter 0,01	**56,260**	**57,488**	**52,620**	**46,776**	**41,646**	**43,050**	**51,536**	**49,500**

In der folgenden Tabelle sind die mechanischen Analysen der Schichten I., II. und III. des colithischen Vorkommen vom Lithberge zusammengestellt. Die Schicht III. zeigt einen sehr sandigen Character; es ist dies wohl z. Th. auf die noch recht unvollständige Verwitterung zurückzuführen; außerdem muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß in der Ablagerung thonreichere Schichten mit sandreicheren mannigfach wechseln.

Körnelung in Mm.	Oolithischer Buntsandstein (am Lithberge) I.	II.	III.
über 10	—	—	0,22
10—8	—	0,10	0,33
8—6	0,55	0,09	0,16
6—4	0,87	1,01	0,23
Summa	1,42	1,20	0,94
Feinboden %	98,58	98,80	99,06
Der Feinboden besteht aus:			
4—3	0,120	0,080	0,330
3—2	0,420	0,080	0,384
2—1,5	0,616	0,472	0,216
1,5—1	0,926	0,786	0,230
1—0,5	2,782	1,476	0,184
0,5—0,25	6,814	5,144	1,674
0,25—0,1	2,800	2,566	24,480
0,1—0,05	12,344	13,120	10,940
0,05—0,01	17,830	23,018	27,940
unter 0,01	55,348	53,570	33,740

Nur untergeordnet betheiligt sich die Tertiärformation an der Zusammensetzung des Grund und Bodens von Crimderode. Es ist ein mit Tertiärthon ausgefülltes, nördlich von Nordhausen gelegenes Süßwasser-Becken (nach Beyrich vom Alter der Braunkohlen führenden Schichten bei Sangerhausen). Der Thon lagert dem Buntsandstein auf; er keilt an der Crimderöder Grenze aus, wo er unter diluvialen Schichten verschwindet und nur auf dem übrigens aus Schotter und Staublöß zusammengesetzten Kuhberge an zwei auf der Karte bezeichneten Stellen ansteht.

Es ist ein von größeren Steinen freier, sehr plastischer, blaugrau oder roth gefärbter Thon; auf dem Kuhberge sind demselben diluviale Gesteine beigemengt. Der Thon scheint den Schotter an einzelnen Stellen in nicht großer Tiefe zu unterlagern; dafür spricht nicht nur sein Zutage-

treten an einzelnen Punkten, ſondern es deutet auch der beſſere Stand der Vegetation innerhalb einer Zone um den anſtehenden Thon herum, auf einen thonigen Untergrund hin. Genau läßt ſich die Lagerungsform nicht conſtatiren, da Aufſchlüſſe fehlen und die ſteinige Beſchaffenheit des Schotters eine Unterſuchung des Terrains in größerer Tiefe (durch Bohren oder Graben) nicht geſtattet. An der Oberfläche iſt noch mannichfach eine Vermiſchung des Thones mit der Löſſubſtanz des Schotters zu conſtatiren, wodurch thonige Lehme gebildet ſind. In der nördlich von Nordhauſen belegenen Gumpe wird der Thon zu Ziegeleizwecken gewonnen.

Die folgende Tabelle ſtellt Analyſen des Tertiärthon, und des Miſchproductes deſſelben mit ſtaublehmigem Schotter zuſammen. Die feinſten Theile und der Staub des blaugrauen Tertiärthon von der Gumpe ſind außerdem chemiſch unterſucht worden. (Vergl. S. 24.)

Körnelung in Mm.	Gumpe Tertiärthon	Kuhberg Tertiärthon	Kuhberg Tertiärthonmiſchung thoniger Lehm I.	II.
über 10	—	—	2,94	2,25
10—8	—	—	0,58	0,84
8—6	—	—	1,44	0,70
6—4	—	0,02	1,93	0,60
Summa	—	0,02	6,89	4,39
Feinboden %	100,000	99,98	93,11	95,61
Der Feinboden beſteht aus:				
4—3	—	0,270	1,470	0,425
3—2	—	0,210	2,170	0,670
2—1,5	0,010	0,308	2,492	0,768
1,5—1	0,050	0,202	2,380	0,772
1—0,5	0,096	0,440	4,806	1,606
1,5—0,25	4,722	5,920	18,630	11,010
0,25—0,1		5,596	3,726	9,634
0,1—0,05	5,748	11,170	11,230	22,872
0,05—0,01	11,862	12,696	19,116	17,610
unter 0,01	75,410	62,600	32,540	34,726

Das Altquartär, das hercyniſche Diluvium, beſtehend aus dem hercyniſchen Schotter und dem hercyniſchen Löß in ihren Varietäten, füllt vorwiegend die Schluchten und Thäler des Harzrandes aus, ſoweit Letztere nicht von jungquartären, alluvialen Bildungen bedeckt ſind. Nach den auf dem Hochplateau und den Bergkuppen vielfach zurückgebliebenen Reſten zu ſchließen, muß das Diluvium urſprünglich

den Harzrand gänzlich bedeckt haben; erst durch spätere Erosionen sind die älteren Formationen wieder blosgelegt.

Beide, der Schotter wie der Löß sind Bildungen localen Ursprungs; sie sind der zerriebene Detritus der hercynischen Gesteine, welchen die aus dem Oberharz strömenden Gewässer an den Rändern absetzten, als sie sich durch die älteren Formationen den Weg bahnten.

Der Schotter ist eine Geröllablagerung mehr oder weniger mit Lehmsubstanz vermischt; die Schotterböden sind demnach vom agronomischen Gesichtspunkte aus als lehmige Geröllböden aufzufassen.

Bezüglich der petrographischen Zusammensetzung nimmt unter den Schottergesteinen von Crimderode der Porphyrit die erste Stelle ein, außerdem sind Fragmente von Elbingeröder Grauwacke und Buntsandstein in erheblicher Menge vertreten; die Lehmsubstanz entspricht der des hercynischen Löß in ihren Variationen.

Schotterablagerungen finden sich auf den Hochplateau's, auf den Bergspitzen [1]) und an den Bergabhängen, in die eigentlichen Thalgründe reicht der Schotter nicht herab. Von mehreren Abhängen, welche der Schotter überlagert hat, ist er zum größten Theile durch spätere Erosionen fortgeführt, und nur eine Anzahl Gerölle auf der Unterlage zurückgeblieben. Auf diese Weise ist z. B. die „in den Trippels Bäumen" anstehende Lette des oberen Zechstein zu einem steinigen Thonboden geworden. Derartige steinige Thonböden sind aber auch entstanden durch nachträgliches Aufschwemmen von Schottergeröllen auf Thonablagerungen; es sind z. B. in der südöstlichen Ecke „in den großen Ellern" auf den Thon des unteren Buntsandsteins Schottergerölle vom Kuhberge her gelangt.

Die Schotterböden sind in nicht zu trockener Lage keineswegs unfruchtbare Böden; sie sind kleefähig, auch für Raps und Halmfrüchte geeignet; zum Hackfruchtbau empfehlen sie sich in der Regel nicht.

Dem wechselnden Gehalte an Lehmsubstanz entsprechend ist der Schotter bald lehmiger bald grandiger; die folgenden Analysen geben ein Bild seiner Zusammensetzung:

---

1) Nach Beyrich findet sich der Schotter nicht über 750—800 Fß. Meereshöhe.

Körnelung in Mm.	Kuhberg am Gesundbrunnen Grandiger Schotter.	An der Grenze Grandiger Schotter.	Scheibe-Lith Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter.	An der Kuhtrift Lehmiger Schotter mit Dolomitmischung.	Kuhberg Staublehmiger Schotter.	An der Grenze Staublehmiger Schotter.
über 10	21,60	20,00	16,96	18,23	14,07	10,22	7,68	9,18
10—8	4,18	3,34	1,80	1,00	,72	1,11	2,56	1,27
8—6	5,87	6,20	1,59	1,90	1,52	2,23	3,96	2,02
6—4	8,15	7,55	2,01	1,72	2,29	2,77	4,48	3,79
Summa	39,88	37,10	22,37	22,05	18,55	16,33	18,68	16,27
Feinboden %	**60,12**	**62,90**	**77,63**	**77,95**	**81,45**	**83,67**	**81,32**	**83,72**
			Der Feinboden besteht aus:					
4—3	8,649	12,880	1,088	3,318	2,124	2,990	6,000	2,914
3—2	12,284	10,462	1,836	2,414	2,290	3,304	5,696	4,590
2—1,5	10,834	9,562	1,610	2,430	2,860	3,110	4,476	5,504
1,5—1	11,382	7,936	1,604	2,504	2,230	2,644	3,306	3,694
1—0,5	20,114	8,794	1,900	3,688	3,280	4,454	4,126	4,548
0,5—0,1	29,614	13,454	7,314	10,928	10,472	12,606	15,356	15,686
0,1—0,05	0,594	5,200	9,296	8,222	10,160	5,564	8,880	9,630
0,05—0,01	2,030	14,720	46,440	33,724	30,974	29,520	25,438	28,000
unter 0,01	4,534	16,232	28,726	32,528	34,960	34,180	26,296	25,320

Der Löß ist eine feinkörnige von Geschieben fast gänzlich freie Ablagerung, welche theils dem Schotter, theils älteren Gesteinen auflagert. Im Löß haben wir den feinzerriebenen Detritus hercynischer Gesteine vor uns, welcher, nachdem bei Verminderung der Geschwindigkeit des abströmenden Wassers der Schotter abgesetzt war, noch in Suspension blieb. Eine solche Verminderung der Stromgeschwindigkeit trat ein, sobald der die steilen Abhänge hinabeilende Bergstrom in die mehr ebenen breiten Schluchten und Thäler gelangte, in Letzteren, in welchen das Wasser nur langsam dahin floß, nahezu stagnirte, setzte sich das feinkörnige Material, welches bis dahin einzig und allein noch in Suspension erhalten war, als geschiebefreie Ablagerung ab, während der Schotterabsatz bereits an den Abhängen bei der plötzlichen Verminderung der Stromgeschwindigkeit erfolgte. Eine plötzliche und intensive Stagnation muß auch auf die Verminderung der Geschwindigkeit des Stromes in seinem oberen Lauf zurückwirken; hieraus erklärt sich einmal, daß sich Schotterabsätze bereits auf den Kuppen der Berge finden, hieraus erklärt sich ferner, daß der Löß vielfach direct dem Schotter auflagert. Im letzteren Falle kann selbstverständlich, da die Verminderung der Stromgeschwindigkeit in dem oberen Laufe keine plötzliche sondern eine allmähliche war, auch die Grenze zwischen Schotter und Löß keine scharfe sein; es ist der allmähliche Uebergang, welcher überall zu constatiren ist, wo der Löß dem Schotter auflagert, vollkommen erklärlich.

Der Löß tritt auf dem Kartirungsgebiete hauptsächlich in der Crimderöder Schlucht auf, daß er in früheren Zeiten einen großen Theil des Plateau's und der Berglehnen bedeckte, ist aus den zahlreichen Resten zu schließen, welche daselbst noch zurückgeblieben sind.

Die Lößböden sind als die fruchtbarsten und sichersten Böden des Rittergutes zu bezeichnen, sie sind sämmtlich kleefähig und da, wo sie in entsprechender Mächtigkeit entwickelt sind, wie in der Crimderöder Schlucht („Braune Erde") vortreffliche Rübenböden.

Wie die weiter unten angeführten mechanischen Analysen zeigen, schwanken die einzelnen Lößvorkommen — wie dies ja aus der Entstehnug erklärlich ist — in etwas, sowohl bezüglich des Gehaltes an gröberem Sande als wie an thonigen Theilen; jedoch sind diese Schwankungen wohl kaum derart, daß sie principielle Unterscheidungsmerkmale für verschiedene Lößvarietäten abgeben könnten, dagegen erschien es zweckmäßig, je nach der verschiedenen stofflichen Beschaffenheit der Lößsubstanz einige für agronomische Zwecke wichtigen Varietäten zu unterscheiden.

Die in dieser Beziehung zu machenden Unterschiede sind zweierlei Art, einmal läßt sich eine stoffliche Verschiedenheit des ursprünglich abgelagerten Materials constatiren, ferner ist das ursprünglich gleichartige

Material durch ſpäter in daſſelbe hineingelangte fremde Stoffe in für agronomiſche Zwecke wichtiger Weiſe verändert.

Als bei ſeiner urſprünglichen Ablagerung bereits ſtofflich verſchieden, glaube ich dem gewöhnlichen Löß das von mir als Staublehm oder Staublöß bezeichnete Vorkommen gegenüberſtellen zu müſſen. Wie bereits S. 72 erwähnt, iſt letztgenanntes Gebilde im trockenen Zuſtande von hellerer Farbe als der gewöhnliche Löß, zugleich iſt es von geringerer Bindigkeit und ſtäubt in Folge deſſen leicht, zeigt einen „wehſandartigen" Character. Von den Landleuten wird das Vorkommen in Folge deſſen mit dem Namen „Salpeterboden", der Collectivbezeichnung für jedes weiße, ſtaubartige Gebilde bezeichnet. Wie bereits an der citirten Stelle weiter ausgeführt, zeichnet ſich das Vorkommen durch einen höheren Gehalt an feinem Quarzſtaub[1]) aus, wodurch denn auch wohl der gewählte Name Staublöß gerechtfertigt erſcheint. In agronomiſcher Beziehung iſt dieſe Lößvarietät ſelbſtredend den quarzärmeren nachzuſtellen.

Spätere ſtoffliche Veränderungen der Lößſubſtanz ſind hervorgerufen durch die Infiltration kalkhaltiger Löſungen und durch die Einführung humoſer Subſtanzen.

Zunächſt iſt der mergelige Löß, Lößmergel dem kalkfreien reſp. kalkarmen Löß, dem Lößlehm gegenüberzuſtellen.

Wie für die Bildung des Schotter, ſo haben auch für die des Löß von Crimderode hauptſächlich Geſteine des Oberharzes als Material gedient. Beſonders dürften die Porphyrite und die Elbingeroder Grauwacke als das Bildungsmaterial des Löß anzuſehen ſein, auch der Buntſandſtein wahrſcheinlich auch die Letten der oberen Zechſteinformation haben zur Bildung der Ablagerung beigetragen, dagegen ſcheinen die ſchwer zerſtörbaren Dolomite, die ja auch größtentheils von Letten bedeckt waren, wenig an der Bildung betheiligt geweſen zu ſein.

Zum größten Theile, wenn auch nicht ausſchließlich, iſt der Löß von Crimderode höchſt wahrſcheinlich als kalkfreie oder doch kalkarme Bildung abgeſetzt, und die Entſtehung der meiſten Mergelvorkommen auf die ſecundäre Infiltration kalkhaltiger Löſungen zurückzuführen. Für dieſe Annahme ſcheint mir der häufige bunte Wechſel zu ſprechen, der ſich bezüglich des Fehlens oder Vorhandenſeins des Kalkes im übrigens ſtofflich gleichwerthigen Materiale geltend macht, welches ſich auch durch ſeine

---

1) Zur Bequemlichkeit des Leſers ſeien hier die früher bereits angeführten Zahlen für den SiO_2gehalt wiederholt. Der Staublöß an der Sachswerfer Grenze enthielt in den feinſten Theilen 70,695 % SiO_2; im Staube 87,291 % SiO_2 gegen 61,870 % SiO_2 reſp. 86,244 % SiO_2 in den feinſten Theilen und im Staube des immerhin ſchon an SiO_2 recht reichen kalkfreien Lößes auf der Kramerlith.

Lagerungsverhältnisse als eine zusammengehörige Ablagerung documentirt. Ein derartiger Wechsel zeigt sich z. B. in der Crimderöder Schlucht gleich am Ausgange des Dorfes; in der dem Kirchhofe gegenüber gelegenen Lehmgrube zeigt der Löß einen Gehalt an kohlensaurem Kalk von 7,841 %; die Ablagerung setzt sich nach Osten und Süden vollkommen kalkfrei fort, sowohl am Kirchhofe, wie auch an der anderen Seite des Hohlweges, welcher von der Lehmgrube zu dem Plateau herauf führt, ist der Löß vollständig kalkfrei. In gleicher Weise wechselt der Kalkgehalt auf den Lößfeldern, besonders in der „Braunen Erde" ist der Wechsel ein so häufiger, daß es nicht durchführbar war, die kalkhaltigen Stellen abzugrenzen und das ganze Feld als „schwach kalkhaltig" bezeichnet wurde. In der „braunen Erde" findet sich aber auch ein directes Beispiel von nachweisbar nachträglich durch Infiltration erfolgter Mergelbildung. Dem Hohlwege gegenüber, welcher dem großen Hasenwinkel entlang auf den Kalkberg führt, zeigt ein etwa 100 Meter breiter Streifen einen stärkeren Kalkgehalt als im Uebrigen auf dem Felde zu constatiren ist; der Kalkgehalt vermindert sich nach der Tiefe zu, und in einer Tiefe von 0,75 Mtr. ist ein solcher kaum noch nachweisbar. Diesem Theile des Feldes strömen nämlich die vom Kalkberg kommenden, an gelöstem Kalkcarbonat reichen Wasser zu, und es findet die mergelige Beschaffenheit dieses Streifens in den oberen Schichten in diesem Umstande wohl eine genügende Erklärung.

Der Kalkgehalt wechselt in ähnlicher Weise in den lehmigen Beimengungen des Schotter. Derselbe schwankt in den feineren erdigen Theilen (von 0,5 Mm. bis zur Unmeßbarkeit) beider Ablagerungen etwa in folgenden Grenzen:

	CO_2 %	entspricht $CaOCO_2$ %	entspricht CaO %
Löß, Lehmgrube	3,450	7,842	4,392
Löß, Braune Erde, durch Infiltration gemergelt; 25 Cm.	2,520	5,727	3,207
Löß, Braune Erde, kalkarm	0,080	0,181	0,101
Löß, Großer Hasenwinkel	2,966	6,741	3,775
Löß, Großer Hasenwinkel; oben hasselig I. 20 Cm.	3,150	7,159	4,009
Löß, Großer Hasenwinkel; oben hasselig II. 50 "	2,650	6,023	3,373
Löß, Großer Hasenwinkel; oben hasselig III. 100 "	2,275	5,171	2,896
Löß, Kramerlith	4,900	11,137	6,237
Löß, auf Buntsandstein, Disselberg	4,050	9,205	5,155
Lehmiger Schotter, An der Kuhtrift	1,150	2,613	1,463
Lehmiger Schotter, Scheibelith	5,600	12,728	7,128

Ein humushaltiger Löß, wie er in Crimderode vorkommt, ist von den Landleuten mit dem Namen Hasselboden belegt worden. Der Hu-

musgehalt ist kein so hoher, daß man den Boden als Humusboden bezeichnen könnte; ein Gehalt von etwa 2,5 Proc. C [1]) in Form von Humus (entsprechend etwa 4,5 Proc. Humus mit 58 Proc. C), wird kaum übertroffen. Außerdem zeichnen sich die Böden stets durch einen namhaften Gehalt an kohlensaurem Kalk aus, der in einem Falle sogar die Höhe von 19,7 Proc. erreichte. Beide, der Gehalt an Humus wie der an Kalk, denen dieser Boden seine Fruchtbarbeit verdankt, sind durch die Bildungsweise desselben bedingt.

Hasselboden findet man, so weit meine Erfahrung reicht nur da, wo der Löß dem Gyps direct auflagert, er findet sich in Crimderode in den Thälern am Fuße des Kalkberges, also in dem großen und kleinen Hasenwinkel sowie in der braunen Erde. Wie bereits früher bemerkt besteht der Kalkberg seiner Hauptmasse nach aus Stinkschiefer, zum geringeren Theile auch aus Dolomit, der ältere Gyps steht nur an den Rändern des Berges an. Der typische Hasselboden bildet sich nur an den Stellen der Thäler, wo oberhalb auf dem Berge Gyps und Stinkschiefer in Contact stehen und ein rapider Zerfall der Gesteine, eine massige Anhäufung von Gypsguhr zu beobachten ist. Man kann beobachten, wie rasch und vollständig die Wurzeln der auf den kahlen Stellen der Berge entwickelten spärlichen Pflanzendecke nach ihrem Absterben unter dem Einflusse des Kalksteines humiciren. Durch den Regen wird nun der feine theils aus kohlensaurem Kalk, theils aus organischer Substanz, z. Th. wohl auch aus Gypspulver bestehende Schlamm in das Thal hinabgespühlt und auf diese Weise die Krume der daselbst gelegenen Felder gemergelt und mit Humus bereichert. Dieser Humusgehalt verbleibt selbstredend in den oberen Bodenschichten, nach der Tiefe zu nimmt er schnell ab; der in den oberen Schichten dunkel, häufig sogar schwarz gefärbte Boden ist in einer Tiefe von höchstens 1 Meter bereits ganz hell gefärbt und zeigt nur noch einen geringen Humusgehalt; er zeigt dort bereits wieder den reinen Lößcharacter. Eigentlicher „Hasselboden“ findet sich in Crimderode nur auf dem „kleiner Hasenwinkel“ bezeichneten Felde. Der humose Löß, welcher sich im nördlichen Theil des „großen Hasenwinkel“ und in der „braunen Erde“ findet, ist bereits erheblich ärmer an organischer Substanz und daher nicht als „Hasselboden“, sondern als „hasseliger Löß“ bezeichnet. Derselbe enthält etwa 1,3 % C entsprechend 2,29 % Humus (mit 58 % C). In dem gewöhnlichen Löß beträgt der in organischer Verbindung vorhandene

1) Zu den Kalk- und Humusbestimmungen ist, wenn dies nicht für den speciellen Fall widerrufen wird, stets der durch ein 0,5 mm. Sieb geschlagene Boden im lufttrockenen Zustande verwendet.

C nur wenige zehntel Prozente. In der folgenden Tabelle sind Humus- und Kalkbestimmungen in Hasselböden zusammengestellt.

	Kleiner Hasenwinkel Hasselboden 15—35 Cm.	Kleiner Hasenwinkel Hasselboden 35—70 Cm.	Kleiner Hasenwinkel Lößmergel unter Hasselboden 120—180 Cm.	Braune Erde hasseliger Löß	Lehmgrube Lößmergel
C in Form von Humus	1,968	2,667	0,488	1,322	0,223
entspricht Humus mit 58 Proc. C	3,393	4,601	0,843	2,298	0,386
CO_2 (an alkal. Erden gebunden)	7,350	8,700	0,975	1,080	3,450
entspricht $CaOCO_2$	16,706	19,775	2,216	2,454	7,842
entspricht CaO	9,356	11,075	1 241	1,374	4,392

Die beigefügten Tabellen enthalten mechanische Analysen von Lößvorkommen.

Hasselboden und hasseliger Löß.

Körnelung in Mm.	Kleiner Hasenwinkel Hasselboden I 15—35 Cm.	Kleiner Hasenwinkel Hasselboden II bis 75 Cm.	Braune Erde hasseliger Löß 25—35 Cm.
über 10	1,59	—	0,10
10—8	0,16	—	0,15
8—6	0,27	0,05	0,03
6—4	0,46	0,12	0,20
Summa	2,48	0,17	0,58
Feinboden %	**97,52**	**99,83**	**99,42**
Der Feinboden besteht aus:			
4—3	0,200	0,110	0,005
3—2	0,334	0,122	0,110
2—1,5	0 424	0,184	0,278
1,5—1	0,490	0,132	0,292
1—0,5	0,800	4,776	0,446
0,5—0,25	} 25,024	} 30,000	3,220
0,25—0,1			2,394
0,1—0,05	13,908	9,354	15,436
0,05—0,01	**41,508**	**40,136**	**42 390**
unter 0,01	16,272	13,246	36,644

Lößmergel (kalkhaltiger Löß) von Crimderode.

Körnelung in Mm.	Lehmgrube	Bester Löß	Großer Hasenwinkel I. 20 Cm.	Großer Hasenwinkel II. 50 Cm.	Großer Hasenwinkel III. 100 Cm.	Braune Erde durch Infiltration kalkhaltig 25 Cm.	Kramer Lith 25 Cm.	Disselberg Löß auf Buntsandstein.	An der Sedetrift Löß auf Buntsandstein.	Am Sichelberge Löß auf Buntsandstein.
über 10	0,15	0,08	3,00	1,19	5,71	—	—	0,40	—	—
10—8	—	0,12	0,34	0,24	0,20	—	0,05	0,05	—	—
8—6	0,03	0,22	0,62	0,35	0,25	0,02	0,02	0,04	—	—
6—4	0,27	0,23	0,66	0,42	0,35	0,18	0,07	0,07	0,06	—
Summa	0,45	0,65	4,62	2,22	6,51	0,20	0,14	0,56	0,06	—
Feinboden %	**99,55**	**99,35**	**95,38**	**97,78**	**93,49**	**99,80**	**99,86**	**99,44**	**99,94**	**100,00**
Der Feinboden besteht aus:										
4—3	0,244	0,098	0,476	0,424	0,808	—	0,236	0,104	0,264	0,094
3—2	0,438	0,504	0,512	0,470	0,328	0,212	0,152	0,300	0,686	0,130
2—1,5	0,296	0,522	0,504	0,560	0,444	0,182	0,136	0,532	1,092	0,114
1,5—1	0,488	0,638	0,460	0,540	0,216	0,500	0,236	0,920	1,370	0,100
1—0,5	1,094	1,120	0,836	0,774	0,800	1,838	0,366	1,718	1,864	0,148
0,5—0,25	8,994	} 5,964	} 8,740	} 6,880	} 7,974	} 7,604	} 2,726	} 8,434	} 3,806	3,250
0,25—0,1	5,444									3,906
0,1—0,05	17,664	10,712	10,930	10,362	10,486	13,206	9,460	13,050	10,140	14,048
0,05—0,01	**38,710**	**63,370**	**52,956**	**59,664**	**54,762**	**54,442**	**57,970**	**59,666**	**57,360**	**42,006**
unter 0,05	26,730	15,798	22,642	18,558	22,584	21,050	28,546	14,164	22,000	34,942

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Lößlehm (kalkfreier Löß) von Crimderode.

Körnelung in Mm.	Großer Hasenwinkel				Braune Erde		In den Trippels Bäumen	Kramer Lith	
	I. 15 Cm.	II. 30 Cm.	III. 70 Cm.	IV. 100 Cm.	I. 25 Cm.	II. 35 Cm.	Löß auf Gyps.	20—25 Cm.	100 Cm.
über 10	0,50	0,28	0,17	0,78	1,96	—	5,13	1,01	—
10—8	0,06	0,13	0,05	—	0,05	—	0,27	0,28	—
8—6	0,14	0,17	0,02	0,03	0,13	—	0,61	0,37	—
6—4	0,14	0,34	0,15	0,08	0,33	0,02	0,38	0,33	—
Summa	0,84	0,87	0,39	0,89	2,47	0,02	6,39	1,99	—
Feinboden %	**99,16**	**99,13**	**99,60**	**99,11**	**97,53**	**99,98**	**93,61**	**98,01**	**100,000**
Der Feinboden ist zusammengesetzt:									
4—3	0,132	0,054	0,122	0,050	0,256	0,478	0,382	0,694	—
3—2	0,318	0,336	0,058	0,128	0,632	0,398	0,584	0,326	—
2—1,5	0,392	0,310	0,146	0,122	0,386	0,398	0,610	0,162	0,009
1,5—1	0,324	0,278	0,280	0,222	0,414	0,296	0,672	0,218	0,024
1—0,5	0,644	0,468	0,660	0,802	0,708	0,456	1,420	0,396	0,099
0,5—0,25	5,432	4,218	5,034	11,620	4,142	4,948	10,460	6,776	0,958
0,25—0,1									
0,1—0,05	13,826	8,854	9,064	9,314	12,164	11,108	10,434	10,890	6,295
0,05—0,01	**51,220**	**56,126**	**54,386**	**49,322**	**55,954**	**53,178**	**48,371**	**42,028**	**46,953**
unter 0,01	26,158	28,954	29,250	27,396	24,330	28,112	26,622	36,624	44,996

Staublöß von Crimderode.

Körnelung in Mm.	An der Kuhtrift I. 15 Cm.	II. bis 80 Cm.	III. bis 120 Cm.	IV. unter 120 Cm.	Kuhberg.	An der Nordhäuser Grenze (Profil).	An der Sachswerfer Grenze[1] I. 10—20 Cm.	II. 10—20 Cm.
über 10	—	4,82	2,73	4,75	0,04	1,57	0,62	nicht bestimmt
10—8	—	0,91	0,83	1,33	0,12	0,34	0,50	
8—6	—	0,73	1,08	1,13	0,32	1,00	0,50	
6—4	0,08	0,97	1,60	1,96	0,52	1,16	0,83	
Summa	0,08	7,43	6,24	9,17	1,00	4,07	2,45	
Feinboden %	99 92	92,57	93,76	90,83	99,00	99,92	97,55	
Der Feinboden ist zusammengesetzt:								
4—3	0,052	0,290	1,400	1,838	0,168	0,860	0,786	1,282
3—2	0,206	0,640	1,022	1,790	0,396	0,542	0,600	1,430
2—1,5	0,198	0,946	1,534	1,462	0,428	0,542	1,156	1,182
1,5—1	0,182	1,458	1,372	1,362	0,532	0,430	1,236	1,184
1—0,5	0,528	2,502	2,676	1,954	0,852	0,430	1,520	1,480
0,5—0,25	} 4,626	} 7,502	} 8,926	} 8,976	} 5,820	} 5,152	} 5,722	3,738
0,25—0,1								1,400
0,1—0,05	9,596	10,066	10,182	10,200	10,902	8,246	9,124	9,558
0,05—0,01	53,352	45,604	44,892	50,020	60,414	66,464	48,676	45,680
unter 0,01	29,884	29,808	26,642	22,580	18,612	16,844	31,376	31,540

1) Zwei verschiedene Proben von demselben Felde.

An den Hängen und in den Senken, da wo die Letten des oberen Zechstein und der Löß neben einander Boden bildend auftreten finden sich etwas thonreichere Lehme, die offenbar einer Vermischung und Verschlämmung beider Ablagerungen ihre Entstehung verdanken. Ich habe die Gebilde als Mischlehm bezeichnet, und um die Entstehung derselben anzudeuten, dieselben auf der Karte mit der Grundfarbe des Löß angelegt und die Schraffirung mit der Lettenfarbe in der Lehmrichtung vorgenommen. Selbstredend müssen sich auch Mischlehme aus Löß und Buntsandsteinthon bilden, doch sind derartige Uebergänge bei der milderen, schon mehr lehmigen Beschaffenheit des Thones des unteren Buntsandsteins stark verwischt und undeutlich; es ist daher von einer Unterscheidung dieser Bildungen auf der Karte, die praktisch bedeutungslos sein würde, Abstand genommen [1]).

Es folgen die mechanischen Analysen einiger Mischlehme, aus denen die thonigere Beschaffenheit derselben hervorgeht.

Körnelung in Mm.	An der Kuhtrift 20—30 Cm. I.	An der Kuhtrift 20—30 Cm. II.	An der Sachswerfer Grenze 20—30 Cm.
über 10	2,12	11,60	5,36
10—8	1,75	0,41	0,61
8—6	2,06	0,53	1,76
6—4	2,33	0,85	1,90
Summa	8,26	13,39	9,63
Feinboden %	**91,74**	**86,61**	**90,37**
Der Feinboden besteht aus:			
4—3	0,650	0,600	0,428
3—2	1,646	0,888	1,804
2—1,5	2,414	1,204	2,300
1,5—1	2,828	1,298	2,330
1—0,5	3,838	1,914	2,846
0,5—0,1	10,800	7,914	7,266
0,1—0,05	8,392	10,000	10,002
0,05—0,01	**33,120**	**42,188**	**31,218**
unter 0,01	**36,612**	**34,034**	**40,824**

Die Zusammensetzung der flachen Krume, wie sie sich auf den Feldern da findet, wo Stinkschiefer anstehend angegeben ist, mag hier ange-

1) Die Mischlehme sind eigentlich als recente (jungquartäre) Bildungen aufzufassen. Ich habe dieselben in der Lößgrundfarbe angelegt, weil sie ihre Entstehung aus dem Löß noch sehr deutlich erkennen lassen.

reiht werden. Es sind diese flachen Schichten als steinige Mischlehme anzusehen, hervorgegangen aus der Vermischung von schwachen Letten- und Lehmresten mit Stinkschieferſubstanz.

Körnelung in Mm.	Stoeckey	Steingraben
über 10	24,00	24,90
10—8	2,95	1,58
8—6	3,59	2,60
6—4	4,22	2,47
Summa	34,76	31,55
Feinboden %	**65,24**	**68,45**
Der Feinboden besteht aus:		
4—3	3,786	2,542
3—2	3,784	2,416
2—1,5	2,806	2,416
1,5—1	2,346	2,626
1—0,5	3,186	4,088
0,5—0,1	8,282	9,074
0,1—0,05	9,688	11,014
0,05—0,01	**38,894**	**34,128**
unter 0,01	**25,976**	**30,470**

Die flachen dem Stinkschiefer auflagernden Krumen sind aus naheliegenden Gründen kalkhaltig; auch die Mischlehme sind zuweilen mergeliger Natur. In dem „Stinkschieferlehmen“ und dem Mischlehm II an der Kuhtrift wurde gefunden:

	Stoeckey Stinkschiefer-mischlehm	Steingraben Stinkschiefer-mischlehm	An der Kuhtrift Mischlehm II
CO_2 % entsprechend	2,600	4,050	4,025
$CaOCO_2$ % entsprechend	5,909	9,205	9,148
CaO %	3,309	5,155	5,123

Das Jungquartär wird durch den alluvialen Steinschutt repräsentirt, welchen die Zorge dem Oberharz entführt und in ihrem Thale abgelagert hat. Es besteht seiner Hauptmasse nach aus Kies und Geröllen, welche zuweilen eine Größe von 1/4 Cbm. erreichen, mit untergeordneten lehmigen Beimengungen. Auch das Alluvium setzt sich vorwiegend aus Por-

phyriten, Elbingeroder Grauwacken, Buntsandsteinen und Dolomitfragmenten zusammen; auch Gerölle, aus dem Rothliegenden stammend, sind demselben beigemengt. Die Geröllschichten lagern in der Feldmark Crimderode vorwiegend dem Buntsandstein auf, welcher vom Hofberg und der Ackerparzelle „in den großen Ellern" aus mit steilem Winkel nach Südwesten hin einfällt.

An der Mühle dem Hofberg gegenüber fand ich ein bei Gelegenheit einer Grabenregulirung aufgeschlossenes Profil, welches eine etwa 1 Mtr. mächtige Geröllschicht dem Buntsandstein auflagernd zeigte. Bei dem steilen Einfallen des Buntsandsteins hat die Geröllschicht jedoch in kurzer Entfernung bereits erheblich an Mächtigkeit zugenommen, an der Zorge, südwestlich des Feldes in den kleinen Ellern ist dieselbe bereits in einer Mächtigkeit von 6 Metern aufgeschlossen, ohne daß der Buntsandstein blosgelegt wäre.

Lehmadern, welche eine Stärke von wenigen Centimetern nur selten überschreiten durchsetzen Lagen- und Nesterweise die Gerölle und befähigen die Ablagerung eine steinige Krume zu bilden, die jedoch bezüglich ihres Gehaltes an feinerdigen Theilen der aus dem herchynischen Schotter hervorgegangenen nicht gleichkommt. Der eingelagerte Lehm ist grobsandiger Natur und vom Lößcharacter wesentlich abweichend. Die mechanische Analyse eines Vorkommens ergab folgendes Resultat:

Körnelung in Mm.	Proc.
4—3	1,580
3—2	1,852
2—1,5	3,668
1,5—1	6,970
1—0,5	15,176
0,5—0,25	20,896
0,25—0,1	4,336
0,1—0,05	6,146
0,05—0,01	20,306
unter 0,01	19,580

Diese alluvialen lehmigen Geröllablagerungen finden sich im Gebiete der Karte nur „in den kleinen Ellern". Der in der Karte verzeichnete Alluviallehm ist bezüglich seines agronomischen Werthes ein recht günstiges Bodenmaterial, entstanden aus der Vermischung des Zorgeschlammes mit den Verwitterungsproducten des unteren Buntsandstein. Die mechanische Zusammensetzung der Lehme ist die folgende:

Körnelung in Mm.	In den kleinen Ellern	In den großen Ellern an der Nordhäuser Chaussee	In den großen Ellern an der Buntsandsteingrenze
über 10	—	—	nicht bestimmt
10—8	—	2,45	
8—6	0,60	0,10	
6—4	1,70	2,10	
Summa	2,30	4,65	
Feinboden %	97,70	95,35	
Der Feinboden besteht aus:			
4—3	0,212	—	0,260
3—2	0,072	0,474	0,746
2—1,5	0,916	0,526	0,710
1,5—1		0,848	0,558
1—0,5	1,126	1,362	0,948
0,5—0,25	10,350	6,174	5,710
0,25—0,1	8,182	5,832	9,416
0,1—0,05	14,636	12,682	19,182
0,05—0,01	32,476	34,116	34,712
unter 0,01	30,416	37,706	27,000

3. Practische Folgerungen.

In der vorangeschickten Beschreibung ist der Versuch gemacht worden, die einzelnen Bodenformationen des Ritterguts Crimderode zu characterisiren, aus der beigegebenen Karte ist die räumliche Verbreitung derselben ersichtlich.

Es liegt auf der Hand, daß ein derartig complicirter Bodenbau eine eigenartige Entwickelung der agronomischen Verhältnisse in der betreffenden Oertlichkeit zur Folge haben muß. Bei dem sich vielfach auf einem und demselben Felde findenden buntem Wechsel in der Beschaffenheit der Ackerkrume wie des Untergrundes kann selbstredend eine Schlagwirthschaft nicht durchgeführt werden; nur eine freie Bewirthschaftung, welche besonders dem Einflusse der Witterung auf das Bodenmaterial Rechnung zu tragen sucht, kann hier mit Erfolg betrieben werden.

Schon aus diesem Grunde ist denn auch die Abgrenzung gleichartiger Kulturbezirke, wie sie Orth auf seiner Karte von Friedrichsfelde eingetragen, auf dem vorliegenden Terrain nicht angebracht.

Für practische Zwecke dürfte es wohl angezeigt sein, neben der wissenschaftlichen Bodenklassification noch eine weitere Gruppirung der Ackerländereien von Crimderode vorzunehmen. Einer solchen Gruppirung entsprechend, welcher wie gesagt nur eine rein practische Bedeutung beizumessen ist, würden in der Feldmark von Crimderode zu unterscheiden sein:

1) das Bergland und

2) das Thalland; in je zwei Untergruppen.

Als Repräsentanten des Berglandes würden hauptsächlich anzuführen sein einmal das im Norden des Rittergutes gelegene, aus dem festen Gestein der mittleren Zechsteinformation auflagernden Lettenthonen und Diluvial-Lehmen und Schottern bestehende Plateau, dann der im Süden gelegene Buntsandsteinhügel, welcher nur an einzelnen Stellen mit diluvialen Resten bedeckt ist.

Bezüglich des Thallandes sind auseinanderzuhalten die diluvialen Lößablagerungen, welche sich ihrer größten Verbreitung nach in der Crimderöder Schlucht finden, wo sie die „braune Erde" benannte Feldparcelle und als eine Ausfackung derselben den „großen Hasenwinkel" bilden und die alluvialen, von der Zorge abgesetzten lehmigen Geröllböden, die „in den Ellern" auftreten.

Soweit in Crimderode überhaupt von Districten gleicher Kultur gesprochen werden kann, ist dieselbe in der angeführten Gruppirung gegeben und durch verschiedenes Colorit auch genügend in der Karte abgegrenzt.

Wenn ich jetzt diese verschiedenen Kulturdistricte einer kurzen Besprechung unterziehe, so erinnere ich daran, daß die allgemeinen Verschiedenheiten der einzelnen Bodengruppen bezüglich ihres Kulturwerthes und die Gesichtspunkte, welche dem entsprechend für die Kulturmethode maßgebend sein müssen, bereits in früheren Abschnitten zur Genüge hervorgehoben sind. Ich muß daher um Wiederholungen zu vermeiden, die specielle Anwendung dem Leser selbst überlassen.

Betrachten wir zunächst das Plateau. Die Ackerkrume desselben wird von nährstoffreichen, überhaupt für die Bodenkultur günstigen Ablagerungen zusammengesetzt. Als eine Schwierigkeit tritt uns zunächst entgegen der bunte Wechsel von Lettenthonen, Lößen und lehmigen Geröllböden in der Krume, also von Böden, welche an die Kultur verschiedene Ansprüche stellen. Diese Schwierigkeit ist jedoch von geringerer Bedeutung, als man dem ersten Anscheine nach glauben sollte. Die genauere Untersuchung zeigt, daß unter der zumeist flachen Lehm- resp. Schotterdecke in der Regel die Lette lagert, so daß in Folge dessen der Boden des Plateau wohl durchweg einen bindigen Character zeigt und die gleiche Bearbeitungsweise zuläßt. Ein weit schwerer wiegendes Kulturhinderniß liegt in dem Umstande, daß die festen Gesteine der mittleren Zechsteinformation theils vielfach zu Tage treten, theils die erdigen Bildungen in nur geringer Tiefe unterlagern. Die Flachkrumigkeit und besonders der mannichfache Wechsel bezüglich der Tiefe der Krume erschweren nicht nur die Bodenbearbeitung, sondern sie verbieten auch den Anbau solcher Früchte, welche zu ihrem Gedeihen einen lockeren, tiefkrumigen Boden erfordern

(Hackfrüchte). Wenn überhaupt durch die Sprengkultur Erfolge zu erreichen sind, so scheint mir dieselbe unter derartigen Lagerungsverhältnissen am Platze zu sein.

Auch die mehr lehmigen Thone der unteren Buntsandsteinformation sind ihrer stofflichen Zusammensetzung nach günstige Ackerböden; ungünstig ist wesentlich nur die physische Lage, der oft steile Hang, mit dem sie großentheils nach Norden und Süden hin einfallen. Die Folge dieser Lage ist denn vielfach Flachkrumigkeit auf der Höhe, indem die erdigen Theile durch das Regenwasser in früheren Zeiten, wo die Kultur weniger sorgsam geleitet wurde als dies gegenwärtig geschieht, in die Tiefe gewaschen sind. Heute wird durch zweckmäßige Anlage von Wasserfurchen und Fanggräben den Erosionen entgegengearbeitet. Außerdem ist auf die leichte Verwitterbarkeit des Gesteins hinzuweisen, besonders an solchen Stellen, wo die Sandsteinplatten reichlich mit Thonlagen durchsetzt sind. Ein deutliches Zeichen für die geringe Widerstandsfähigkeit, welche derartige Vorkommen mechanischen Einflüssen entgegenzusetzen vermögen, ist das leichte Zerkochen derselben. Eine mit zahlreichen Thonlagen durchsetzte, dem kleinen Stück am Disselberge entnommene Rohprobe wog 520 Grm. Von derselben wurden 320 Grm. = 61,54 Proc. Steine von über 4 Mm. Korngröße von der Härte abgesiebt, daß sie sich nicht mit der Hand zerdrücken ließen. Nach sechsstündigem Kochen mit Wasser waren dieselben bis auf ein Steinchen von 0,1 Grm. Gewicht vollständig in feinere Bestandtheile unter 4 Mm. Korngröße zerfallen. Allerdings ist diese leichte Zersetzlichkeit nur da zu constatiren, wo die Thoneinlagerung eine reichliche ist, da wo die Thonschichten mehr zurücktreten, bleiben auch nach dem Kochen mehr feste Steine zurück, wie ein Blick auf die S. 113 angeführten Analysen von Buntsandsteinböden zeigt. Immerhin ist die leichte Verwitterbarkeit beachtenswerth, sie gestattet durch Tiefpflügen eine tiefere Krume in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu schaffen.

Auf die Kalkarmuth der Buntsandsteinfelder und die Nothwendigkeit der Kalkzufuhr trotz der oolithischen Einlagerungen ist bereits an früherer Stelle hingewiesen worden.

Zu den fruchtbarsten Böden ist das Thalland der Schluchten zu rechnen, dessen Bodenmaterial aus hercynischem Löß, der zumeist in größerer Mächtigkeit dem älteren Gestein auflagert, besteht. Wie bereits mehrfach in dieser Schrift zu begründen versucht ist, gehören die Lößböden zu den Bodenarten, welche dauernd den höchsten Reinertrag liefern. Es mag noch auf die chemischen Analysen der feinsten Theile und des Staubes von zwei Crimderoder Lößvorkommen (S. 26 und 27) hingewiesen und besonders auf den nicht unerheblichen Phosphorsäuregehalt

des Lößmergels aus der Lehmgrube aufmerksam gemacht werden. Hervorzuheben ist außerdem noch, daß der untersuchte Lößlehm von der Kramerlith meiner Ueberzeugung nach an feinzerriebenem Quarz reicher ist, als dem Durchschnitt der Crimderöder Lößvorkommen entsprechen dürfte, die bezüglich ihrer Qualität mehr mit dem Lößmergel aus der Lehmgrube übereinzustimmen scheinen, welcher eine für seine agronomische Nutzbarkeit sehr günstige Zusammensetzung hat.

Die Bearbeitung der Lößböden ist nicht mit Schwierigkeiten verbunden, dazu sind sie für jede Pflanzenart geeignet; zu beachten ist jedoch, der vielfach geringe und stellenweise gänzlich verschwindende Kalkgehalt. Obgleich auch ohne Kalkzufuhr kleefähig, ist die Kalkzufuhr doch rathsam.

Der Thallöß ist durchweg zu den nicht übermäßig quarzreichen Vorkommen zu rechnen, welche selbstverständlich bezüglich ihres Kulturwerthes den an feinzerriebenem Quarzstaub reicheren, als Staublöß bezeichneten Lößvarietäten voran zu stellen sind, welche letztere sich nur auf dem Plateau und an den Hängen (z. B. Kuhberg) finden.

Als weniger günstige Böden sind die alluvialen lehmigen Gerölböden des Zorgethales zu bezeichnen, welche bezüglich ihres Kulturwerthes in mancher Hinsicht den diluvialen hercynischen Schottern (auf den Kuppen und an den Hängen der Berge) nachstehen. Sie gewinnen an Kulturwerth dadurch, daß sie für einige Früchte besonders geeignet sind; Roggen, früh bestellt, liefert eine gute Kornernte, Kartoffeln gedeihen besonders in feuchten Jahren vortrefflich und sind von guter Qualität; für den Anbau von Luzerne und Weideklee sind die Böden besonders geeignet.

Diese bezüglich der für den Anbau besonders geeigneten Früchte gemachten Beobachtungen sind aus der natürlichen Beschaffenheit dieser Böden vollkommen erklärlich. Wie die Analyse S. 128 zeigt, ist der den alluvialen Geröllen beigemengte Lehm sandiger als der Löß der hercynischen Schotter, außerdem ist die Lehmbeimengung der ersteren eine quantitativ geringere als die der Schotter, und in Folge dessen sind die alluvialen Gerölböden weniger bindig; daraus resultirt bereits, daß dieselben für Kartoffeln ein geeigneteres (weil loseres) Bodenmaterial sind als die Schotter, auf welchen Letztern dagegen für bindige Böden geeignete Pflanzen, wie Raps, Bohnen ꝛc. gedeihen, Pflanzen, deren Anbau auf den erstgenannten Böden ausgeschlossen ist. Daß für den Anbau von Leguminosen Kalk in genügender Menge vorhanden sein muß, geht aus der petrographischen Zusammensetzung der in Frage stehenden Böden hervor, an deren Zusammensetzung sich nicht nur kalkreiche Eruptivgesteine (namentlich Prophyrite, Diabase ꝛc.), sondern auch sedimentäre Kalkgesteine (z. B. die der mittleren Zechsteinformation) betheiligt haben. Der Mißstand, daß auf diesen Böden in trockenen Jahren die Vegetation leicht

leidet, macht ſich für die Luzerne wenig geltend, da die Wurzeln dieſer Pflanze ſich bekanntlich bis in ſehr tiefe Bodenſchichten hinein erſtrecken und daher bald im Niveau des Zorgebettes zu größerer Verbreitung gelangen, wo ihnen auch in trockener Zeit Feuchtigkeit in hinreichender Menge zur Dispoſition ſteht.

Endlich mag noch als eine Eigenthümlichkeit complicirter Bodenverhältniſſe wie der beſchriebenen erwähnt werden, daß die Größe und Begrenzung der Grundſtücke großentheils nicht vom Willen des Wirthſchafters abhängig iſt, ſondern durch die Natur bedingt wird. Die vielfach unregelmäßige, für wirthſchaftliche Zwecke wenig erwünſchte Umgrenzung der Ackergrundſtücke, wie ſie die Karte zeigt, hat darin ihren Grund, daß dieſelbe mit der Begrenzung des überhaupt kulturfähigen Terrains zuſammenfällt. Soweit die Berge bei der kartographiſchen Aufnahme nicht berückſichtigt ſind, ſetzen ſich dieſelben aus den Geſteinen der mittleren Zechſteinformation: dem älteren Gyps, dem Dolomit und dem Stinkſchiefer zuſammen; zumeiſt finden ſich auf den Geſteinen freilich noch ſchwache Reſte der Lette des oberen Zechſtein und des herchniſchen Diluvium, ſo daß die Berge, wenngleich Ackerkultur auf denſelben ausgeſchloſſen iſt, doch einer recht guten Schafweide als Standort dienen.

Schlußbetrachtungen.

Am Schlusse einer Arbeit, welche einen Gegenstand behandelt, über dessen erfolgreiche Bearbeitung die verschiedensten Ansichten geltend gemacht werden, dürfte es wohl am Platze sein, auf die zweckmäßige Förderung unseres Specialgebietes mit einigen Bemerkungen einzugehen. Die Fragen, was haben wir erreicht? was wollen wir erreichen? und wie müssen wir unser Ziel zu erreichen suchen? sind es wohl, die sich uns in erster Linie aufdrängen. Nie läßt sich jedoch das Specielle richtig verstehen und beurtheilen, wenn wir uns über seine Beziehungen zum Allgemeinen nicht klar sind; aus dem Grunde halte ich es für nothwendig, einen kurzen Blick auf die Entwickelung der Landbauwissenschaft, des Organismus zu werfen, zu dessen Organen die Bodenkunde zu rechnen ist.

Vor allen Anderen, die den Versuch machten, dem landwirthschaftlichen Gewerbe eine wissenschaftliche Grundlage zu schaffen, ist wohl Albrecht Thaer als der Meister zu nennen, dem es zuerst gelungen, die Lehre vom Landbau systematisch zu behandeln und derselben durch die systematische Behandlung den Stempel der Wissenschaft aufzudrücken. Mit Recht gebührt ihm daher der Name eines Vaters der Landbauwissenschaft.

Bei der damals noch mangelhaften Entwickelung der Naturwissenschaften war es selbstverständlich, daß dieselben von Thaer noch nicht in dem Maße herangezogen werden konnten, wie wir dies heute zum Zwecke eines erfolgreichen Studiums der Wissenschaften von der landwirthschaftlichen Technik als unbedingt nothwendig erachten müssen. Es ist J. v. Liebig's Verdienst, die naturwissenschaftliche Methode in die Landbauwissenschaft eingeführt zu haben. Allerdings war es ein vorwiegend chemisches Gepräge, welches der große Forscher der Landbauwissenschaft aufdrückte; der Chemie wurde eine bevorzugte Stelle angewiesen, welche derselben aber auch keineswegs ganz abgesprochen werden kann. Ist doch die wesentlichste Aufgabe des Landwirthes in der Stoff-

methamorphose zu suchen, handelt es sich doch im landwirthschaftlichen Gewerbe stets um die Production von Stoffen, oder präciser ausgedrückt, um die Umwandlung von, ihrer Form nach, anderweitig nicht nutzbaren Stoffen in werthvolle Producte. Trotzdem ist bei aller Berechtigung, welche der Lehre Liebig's zuerkannt werden muß und ihrer Zeit in noch höherem Maße zuerkannt werden mußte, dieselbe von dem Vorwurfe der Einseitigkeit keineswegs ganz freizusprechen.

Dieser Einseitigkeit trat Julius Kühn energisch entgegen; er betonte die Nothwendigkeit, die gesammten Naturwissenschaften und ihre Forschungsmethoden, soweit dieselben überhaupt Erfolg versprächen, in das Gebiet agronomischer Forschung hineinzuziehen, und suchte namentlich der von den Agronomen bislang vernachlässigten mikroskopischen Untersuchungsmethode durch zahlreiche, gediegene Untersuchungen auf verschiedenen Gebieten Anerkennung und Geltung zu verschaffen.

Gleichzeitig ging von anderer Seite ein Fortschritt nach noch andrer Richtung aus. Mit der Zeit hatte die junge Landbauwissenschaft an Umfang zugenommen; man konnte sich nicht länger verhehlen, daß es auf die Dauer nicht durchführbar sei, die Kenntnisse und die Arbeitsfähigkeit, welche die Förderung des gesammten Gebietes nothwendig verlangte, in einer Person vereinigen zu wollen, daß der Zeitpunkt gekommen sei, der eine Gliederung im Specialgebiete fordere. Besonders auf dem Gebiete der Viehproductionslehre machte sich das Streben nach Specialisirung geltend. Männer wie v. Nathusius und Settegast widmeten ihre Arbeitskraft fast ausschließlich dem Studium der Züchtungslehre und Racenkunde. Vor Allen ist aber Henneberg zu nennen, von dessen zahlreichen Leistungen besonders die eine, die Lehre von der Ernährung der landwirthschaftlichen Hausthiere, die Lehre vom Futter zu einer selbstständigen Wissenschaft erhoben zu haben, unübertroffen und einzig in ihrer Art dasteht.

In dem der Henneberg'schen Schöpfung zu Grunde liegenden Gedanken: der richtigen Arbeitsvereinigung zum Zwecke der richtigen Arbeitstheilung ist der leitende Gesichtspunkt für die Weiterentwickelung der Landbauwissenschaft gegeben.

Nicht nur auf die Arbeitstheilung, sondern in gleicher Weise auf die richtige Arbeitsvereinigung ist Werth zu legen. Eine Arbeitstheilung suchte man bereits seit Liebig's Zeiten in der Weise herbeizuführen, daß man die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur, die Agriculturchemie, zusammenfaßte und derselben die Landwirthschaftslehre, als ein ziemlich unklares Gebiet wissenschaftlicher Forschung gegenüberstellte. Bereits seit längerer Zeit haben die Vertreter agronomischer Wissenschaften in dieser Eintheilung

wenig Befriedigung gefunden, man erkannte eben, daß dieser äußeren Abgrenzung eine innere naturgemäße Gliederung nicht entsprach.

Als ein nicht besonders glücklicher Gedanke kann es daher auch nur bezeichnet werden, daß man in der Neuzeit das wenig sachgemäße Eintheilungsprincip wieder aufnahm, indem man der Agriculturchemie in der Agriculturphysik eine neue Schwester gab. Denken wir uns dieses Princip weiter durchgeführt, grenzen wir neue Forschungsgebiete in der Weise ab, daß wir jede für die Landbauwissenschaft verwerthbare Naturwissenschaft — oder richtiger Grundwissenschaft — mit dem Stempel „Agricultur" versehen, so lösen wir das organische Ganze in eine Anzahl zusammenhangloser Theile auf, denen mit der Arbeitsvereinigung auch jede Vermittelung fehlt.

Ihrer inneren Natur nach gliedert sich die Landbauwissenschaft in die allgemeine und in die specielle Landwirthschaftslehre, welche letztere die Disciplinen von der landwirthschaftlichen Technik umfaßt. Die allgemeine Landwirthschaftslehre (Betriebslehre) hat sich mit der Vereinigung der einzelnen technischen Zweige zum Gesammtwirthschaftsbetriebe zu beschäftigen, sie hat außerdem die Beziehungen des landwirthschaftlichen Gewerbes zur Außenwelt, besonders die Wirkung der Volkswirthschaft auf die Privatwirthschaft in den Bereich ihrer Forschungen zu ziehen.

Die Disciplinen von der landwirthschaftlichen Technik haben die speciellen Gesetze, von denen die Förderung der einzelnen landwirthschaftlichen Productionszweige abhängig ist, zu erforschen. Dieselben gliedern sich zunächst in die Lehre von der Viehproduction, in die Lehre von der Pflanzenproduction und in die Lehre von den technischen Nebengewerben. Bezüglich der weiteren Gliederung ist eine Theilung der Viehproductionslehre in Züchtungslehre und Ernährungslehre bereits erfolgt. Die Pflanzenproductionslehre zerfällt in die Lehre von den allgemeinen Bedingungen der Pflanzenproduction (Allgemeine Pflanzenproductions- oder Ackerbaulehre) und in die specielle Pflanzenbaulehre (Lehre von den Varietäten der Kulturpflanzen, von den speciellen Kulturmethoden ꝛc.) Die allgemeine Ackerbaulehre gliedert sich weiter in die Lehre vom Klima, in die Lehre vom Boden und in die Lehre vom Dünger.

Es mag bei dieser keineswegs vollständig ausgeführten Eintheilung hier sein Bewenden haben, der nur Erwähnung geschah, um die naturgemäße Gliederung unserer Wissenschaft in handgreiflichen Beispielen vorzuführen. In dem Angeführten ist ja auch der Plan gegeben, nach welchem heutzutage die agronomischen Disciplinen zumeist gelehrt werden. Naturgemäß sollte jedenfalls die Gliederung einer Wissenschaft für Lehrzwecke mit der Abgrenzung der Forschungsgebiete identisch sein; können

sich auch Beide nicht jederzeit vollständig decken, so ist solches doch jedenfalls anzustreben.

Eine derartige Abgrenzung der Forschungsgebiete wird aber nicht erreicht, wenn von einer Seite nur chemische, von der anderen Seite nur physikalische Untersuchungen in den verschiedensten agronomischen Disciplinen vorgenommen werden; es ist die Arbeitstheilung vielmehr auf eine sachgemäße Abgrenzung in agronomischer Beziehung innerlich zusammengehöriger Gebiete auszudehnen, zur Erforschung derselben sind sämmtliche Grundwissenschaften und selbstredend auch sämmtliche Untersuchungsmethoden heranzuziehen, durch welche das vom agronomischen Gesichtspunkte aus abgesonderte Gebiet gefördert werden kann. Durch die richtige Abgrenzung des Forschungsgebietes ist erst der Erfolg in Aussicht gestellt, je vielseitiger die verschiedenen Grundwissenschaften, sowie die verschiedenen Untersuchungsmethoden herangezogen werden, desto sicherer, desto gründlicher wird das in Frage stehende Gebiet gefördert werden.

Der Versuch, die Bodenkunde als ein specielles, selbstständiges Forschungsgebiet der Landbauwissenschaft hinzustellen, ist in der Neuzeit besonders von Alb. Orth gemacht worden. Es ist die Frage aufzuwerfen: ist die Bodenkunde bereits zu einer so umfangreichen Wissenschaft geworden, daß die Abgrenzung derselben als selbstständiges Forschungsgebiet nothwendig erscheint. Ich glaube diese Frage entschieden mit „ja" beantworten zu müssen. Bis jetzt hat man vielfach die Schwierigkeiten hervorgehoben, welche der erfolgreichen Bodenuntersuchung entgegenstehen, von mancher Seite ist die Möglichkeit in Zweifel gezogen worden, diese Schwierigkeiten insoweit zu überwinden, daß in nächster Zeit Resultate, deren practischer Werth der aufgewandten mühevollen Arbeit entspräche, erzielt würden. Das Resultat derartiger Bedenken war, daß man das Studium der Bodenkunde vernachlässigte. Die Schwierigkeit des Studiums kann doch aber schwerlich als ein stichhaltiger Grund für die Vernachlässigung einer Disciplin geltend gemacht werden, wenn die Förderung derselben von hoher Wichtigkeit ist!

Wie bereits im Vorworte hervorgehoben, hat man bislang zumeist allgemeine und specielle Bodenkunde getrennt von einander getrieben, ohne den Zusammenhang beider Theile der Disciplin genügend zu berücksichtigen; und selbst in dieser Beschränkung haben sich bis jetzt nur Wenige ausschließlich oder auch nur vorwiegend mit Bodenkunde beschäftigt. In den landwirthschaftlichen Laboratorien hat man sich bisher zumeist darauf beschränkt, gelegentlich auch mal eine Bodenuntersuchung nach dieser oder jener Richtung anzustellen, und andererseits haben die Geognosten und Petrographen, wenn sie mit landwirthschaftlichen Kreisen Beziehungen hatten oder zu haben glaubten, ihren Arbeiten einige „agronomische

Winke" eingeflochten und angefügt. Es liegt auf der Hand, daß durch diese Art der Bearbeitung weit mehr an Arbeitskraft und Arbeitsmitteln verschwendet wurde, als der Fall gewesen wäre, wenn man dieselben mehr concentrirt hätte. Die Ungleichmäßigkeit, die sich bezüglich der Durcharbeitung der einzelnen Zweige der Bodenkunde geltend macht, welche die Darstellung specieller Bodenverhältnisse in so hohem Maße erschwert, hat wohl zum großen Theile darin ihren Grund, daß diese Wissenschaft so vielfach als Nebenstudium betrieben und daher nur stiefmütterlich behandelt ist.

Soll die Bodenkunde von wesentlichem Nutzen für die practische Landwirthschaft sein, so muß dieselbe als specielle, selbstständige Wissenschaft getrieben werden.

Die Bodenkunde hat als ihren Ausgangspunkt die Pflanzenernährungslehre; sie hat zu untersuchen, inwieweit der Boden als Productionsmittel für Pflanzensubstanz herangezogen werden kann, und in welcher Weise derselbe agronomisch zu nutzen ist. Das Untersuchungsgebiet ist demnach ein speciell agronomisches, welches sich ohne Orientirung in den übrigen agronomischen Disciplinen nicht mit Erfolg betreiben läßt. Selbstverständlich ist für die Agronomie, wie für jede angewandte Wissenschaft, ein gewisses Maß von Kenntnissen in den Grundwissenschaften erforderlich; und der Vertreter der Bodenkunde wird besonderes Gewicht auf das Studium der Chemie, der Petrographie und der Geognosie zu legen haben. Damit soll keineswegs ausgesprochen sein, daß derselbe zugleich theoretischer Chemiker oder Petrograph oder Geolog sein soll — es würde sich eine derartige Vielseitigkeit schwerlich in einer Person vereinigen lassen —; wohl aber muß er sich ein Verständniß für den Verlauf des chemischen Processes angeeignet haben und mit Kritik chemisch analysiren können; ebenso muß er im Stande sein, die Boden bildenden Gesteine zu bestimmen und sich auf Grund einer geognostischen Karte in einem Terrain zu orientiren. Auch floristische Beobachtungen darf er nicht vernachlässigen, da die Beziehungen des Bodens zur Gestaltung der natürlichen Flora und die Verwerthbarkeit der Resultate für agronomische Zwecke noch längst nicht genügend erkannt sind.

Wie bereits mehrfach in dieser Schrift betont, ist die allgemeine und die specielle Bodenkunde gemeinsam zu betreiben; die Entwickelung der Bodenuntersuchungsmethode wie die kartographische Darstellung specieller örtlicher Bodenuntersuchungen gehören beide in das Gebiet der Bodenkunde, beide stehen in inniger Wechselbeziehung zu einander.

Die Aufgabe der Bodenkunde ist, wie die jeder angewandten Wissenschaft eine doppelte. Durch wissenschaftliche Untersuchungen ist das Ge-

biet zu erweitern, ferner ist für die möglichst schnelle und allgemeine Verbreitung der gewonnenen Resultate in practische Kreise Sorge zu tragen.

Werfen wir jetzt die Frage auf, auf welche Weise die Bodenkunde dieser doppelten Aufgabe am besten zu genügen versprechen wird, so liegt es wohl nahe, auf die altbewährte Institution der landwirthschaftlichen Versuchsstationen hinzuweisen, deren segensreiches Wirken sowohl in Bezug auf die Erweiterung der agronomischen Wissenschaften, als auch in Bezug auf die Nutzbarmachung der Resultate wissenschaftlicher Forschung für die Praxis heutzutage wohl Niemand mehr anzweifelt.

Hinsichtlich der Thätigkeit der Versuchsstationen direct im Dienste der Praxis ist eine Specialisirung bisher nur in einzelnen Fällen (z. B. specielle Samencontrollstationen) eingetreten; dieselben besorgen gegenwärtig größtentheils sowohl die Controlle der käuflichen Dünge- und Futtermittel als auch der als Handelswaare bedeutsamen Sämereien. Bezüglich ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit haben sich dieselben jedoch bereits seit längerer Zeit größtentheils in der Weise specialisirt, daß sie entweder das Studium der thierischen oder das der pflanzlichen Ernährung oder das der technischen Gewerbe vorzugsweise zu ihrem Forschungsgebiete erhoben haben. Außerdem ist auch der Erweiterung der Bedürfnisse der agronomischen Wissenschaften wie der landwirthschaftlichen Praxis durch Errichtung von Versuchsstationen für noch andere specielle Forschungsgebiete Rechnung getragen. Die Samenkunde verdankt ihre Entstehung und Entwickelung der Thätigkeit der physiologischen Versuchsstation zu Tharandt bei Dresden (Prof. Dr. Nobbe). Um das Molkereiwesen zu fördern, hat man in den letzten Jahren milchwirthschaftliche Versuchsstationen eingerichtet.

Der Bodenkunde hat man bisher noch nicht genügende Berücksichtigung zu Theil werden lassen, dieselbe ist noch immer das Stiefkind der Versuchsstationen, welche geneigt sind, sich ab und an ihrer anzunehmen. Daß man auch in weiteren Kreisen die Nothwendigkeit des gründlichen Studiums der Bodenverhältnisse erkannt hat, geht bereits daraus hervor, daß man in Preußen bei den geologischen Landesaufnahmen auch den von den Geologen in der Regel nicht beachteten Bodenverhältnissen Aufmerksamkeit schenkte, und die Königliche Regierung an der geologischen Landesanstalt ein Laboratorium für Bodenuntersuchungen errichtete. Wenngleich nicht anzuzweifeln ist, daß auf diesem Wege unsere Kenntnisse über specielle Bodenverhältnisse — zunächst über die der Mark Brandenburg — wesentlich erweitert werden, so kann doch das Institut allein zur Förderung der Bodenkunde nicht genügen. Die Bodenkunde ist eine agronomische Wissenschaft; sie muß daher in enger Beziehung

bleiben mit den übrigen agronomischen Wissenschaften und mit der landwirthschaftlichen Praxis. Damit soll keineswegs gesagt werden, daß nicht auch die Verbindung mit der Geologie für die Bodenkunde von Nutzen wäre; die erstgenannten Beziehungen treten aber entschieden in den Vordergrund.

Als wesentliches Förderungsmittel für die Weiterentwickelung der Bodenkunde, besonders für die Erzielung practisch verwerthbarer Resultate glaubt der Verfasser die Errichtung von Special-Versuchsstationen hinstellen zu müssen. In der That ist ja auch schon in der Neuzeit zur Hebung der Kultur einer Bodengruppe, die für das nordwestliche Deutschland von besonderer Bedeutung ist, die Moorversuchsstation in Bremen errichtet worden; und es ist wohl zweifellos ein sicherer und dauernder Erfolg für die Wissenschaft wie für die Praxis von dem neuen Institut zu hoffen. Nicht minder wichtig als das Studium der Moorböden ist aber das der Mineralböden, welche den größten und für Kulturzwecke wichtigsten Theil des Bodenmaterials in unserem Vaterlande ausmachen. Wie lückenhaft unsere Kenntniß vom Boden noch ist, ist in dieser Schrift zur Genüge dargelegt; es dürfte daher wohl das Streben, auch der Bodenkunde ein Domicil zu erringen, als ein nicht unberechtigtes angesehen werden können.

An Arbeit würde es derartigen Versuchsstationen sicherlich nicht fehlen; es treten eine Reihe wichtiger Aufgaben an dieselben heran. Zunächst würden die den Kulturwerth des Bodens bedingenden Eigenschaften detaillirter zu studiren und Untersuchungsmethoden, welche Schlüsse bezüglich des Kulturwerthes des Bodens gestatten, weiter auszuarbeiten sein. Eine weitere Aufgabe einer solchen Versuchsstelle würde sein die specielle Untersuchung der Bodenverhältnisse ihres Bezirkes; sie hätte die agronomische Bearbeitung der vorliegenden geognostischen Karten zu übernehmen.

Auch auf specielle Anfragen aus der Praxis müßte die Station Rath und Antwort ertheilen. Dieser Forderung ist allerdings in der Form, in welcher sie heuzutage den Versuchsstationen gestellt wird, nicht nachzukommen. Mit einem eingesandten Cigarrenkasten voll Erde läßt sich wenig anfangen! An Ort und Stelle muß die Untersuchung der Lagerungs- und Terrainverhältnisse vorgenommen werden, erst dann kann man mit Hoffnung auf Erfolg zur Untersuchung einer mit sachgemäßer Kritik entnommenen Probe im Laboratorium schreiten. Außerdem müßte die Station die Pflicht übernehmen, agronomische Karten in größerem Maßstabe auf Wunsch der Interessenten aufzunehmen.

Die Unterhaltungskosten für derartige Stationen zu gewähren, kann selbstverständlich nicht dem Staate allein zugemuthet werden, in ähnlicher Weise, wie dies zur Unterhaltung der bestehenden Versuchsstationen ge-

schieht, müßten auch hier die landwirthschaftlichen Vereine und die interessirten Landwirthe beisteuern. Die für die wissenschaftlichen Arbeiten erforderlichen Mittel wären allerdings von vornherein zu fixiren, dagegen die durch Anfragen aus der Praxis, Kartirungen in größerem Maßstabe ꝛc. erwachsenden Unkosten von den Interessenten zu tragen.

Nur wenn der Bodenkunde die Möglichkeit gegeben wird, sich als eine selbstständige agronomische Wissenschaft zu entwickeln, vermag dieselbe den Forderungen der Praxis gerecht zu werden.

Anhang.

I. Specielle analytische Methoden.

1. Die mechanische Analyse mit dem Schöne'schen Schlämmapparate.

Der Schöne'sche Schlämmapparat besteht ursprünglich aus einem conisch-cilindrischen Trichter; einer dem Trichter aufzusetzenden, Z förmig gebogenen Piëzometerröhre, deren im unteren Knie befindliche Durchbohrung zugleich als Ausflußöffnung dient und dem möglichst flachen Nachflußgefäße aus Zinkblech. Es sei auf die Beschreibung Schoene's (über Schlämmanalyse und einen neuen Schlämmapparat, Berlin, Buchhandlung von H. Müller 1867) verwiesen, und hier nur eine kleine vorgenommene Veränderung und einige besonders beachtungswerth erscheinende Punkte hervorgehoben.

Der Schoene'sche Trichter soll einen cilindrischen Schlämmraum von 10 Cm. Länge und 4—5 Cm. Querdurchmesser besitzen; das aufgesetzte Piëzometer besteht aus einer Barometerröhre, deren inneres Lumen möglichst genau 3 Mm. Durchmesser haben soll; die Ausflußöffnung soll möglichst genau 1,5 Mm. groß sein. Bei den angegebenen Dimensionen verfügt man über Geschwindigkeiten von 0,2—4 Mm. Geringere Stromgeschwindigkeiten stellte Schoene durch Verengerung des cilindrischen Schlämmraumes, stärkere durch Piëzometerröhren mit größerer Ausflußöffnung her. Wird die Ausflußöffnung größer als 2,5—3 Mm., so muß nach Schoene's Angabe zum Piëzometer eine Röhre von 5—7 Mm. Durchmesser gewählt werden.

Wegen der leichten Zerbrechlichkeit der Piëzometerröhren, ist es von Interesse, daß man möglichst mit einer und derselben die Analyse ausführen kann. Orth suchte dies in der Weise zu erreichen, daß er den Schoene'schen Schlämmtrichter nicht unmittelbar mit dem Zuflußgefäße verband, sondern vor demselben noch einen kleinen Trichter einschaltete, dessen cilindrischer Schlämmraum etwa den halben Durchmesser des großen Schoene'schen hat. Orth füllt den Boden in den hintersten (kleinen) Trichter, die geringeren Geschwindigkeiten sind auf den weiteren Schlämmraum im großen, die stärkste auf den engeren im kleinen Trichter bezogen, das durch die stärkste Stromgeschwindigkeit gewonnene Schlämmproduct wird demnach seiner Hauptmasse nach aus dem kleinen in den großen Trichter übergeführt, nur die leichteren, kleineren Mineralkörner passiren bei dieser Stromgeschwindigkeit den

Schlämmraum des großen Trichters und gelangen durch die Ausflußöffnung in die Vorlage.

Der Orth'sche Trichter besitzt einen conischen Theil von 12,5 Cm. Länge; ich habe den Trichtern bei dem gleichen Schlämmraum (von etwa 2 Cm. Durchmesser) einen conischen Theil von 25 Cm. Länge gegeben und gefunden, daß dadurch die mechanische Trennung eine schärfere ist.

Das aus Zinkblech gefertigte Nachflußgefäß ist zweckmäßig auch inwendig mit Oelfarbe zu streichen; durch den Einfluß des Wassers (auch des destillirten) bildet sich sonst im Laufe von wenigen Wochen kohlensaures Zink? in solchen Massen, daß die Schlämmproducte in hohem Maße verunreinigt werden. — Der Boden des Nachflußgefäßes muß etwa einen Meter über der Ausflußöffnung des Piezometers stehen; geringe Schwankungen sind irrelevant.

Zum Einstellen der Stromgeschwindigkeiten wird zunächst der Querschnitt der Trichter ermittelt:

An einer Stelle, an welcher der Schlämmraum deutlich cilindrisch erscheint (man sieht dies besonders deutlich, wenn man den Trichter umgekehrt betrachtet) wird eine Marke von Etiquettepapier geklebt; der Trichter wird genau bis zur Marke mit Wasser gefüllt, mit der Pipette 25 oder 50 Cm. Wasser zugelassen und die Höhe des Wasserstandes durch eine Marke bezeichnet. Dies wird öfter wiederholt; durch Nachmessen der Abstände zwischen den einzelnen Marken kann man controlliren, in wieweit der Schlämmraum der Cilinderform entspricht. Die eingefüllte Wassermasse dividirt durch die Höhe der Wassersäule ergiebt den Querschnitt: $\frac{m}{h} = Q$.

Man stellt dann den Apparatzusammen, und läßt — je nach der einzustellenden Geschwindigkeit — in ein Meßgefäß Wasser laufen oder tropfen, wobei nach dem Secundenzeiger der Uhr die Zeit beobachtet wird, welche erforderlich ist, bis sich das Meßgefäß füllt. Die Geschwindigkeit ergiebt die Formel $c = \frac{\frac{m}{t}}{Q}$. Man dividirt m, die ausgeflossene Wassermasse in Cmm. durch t, die Zeit in Secunden, welche zu ihrem Ausflusse erforderlich war, und den so erhaltenen Quotienten durch Q, den Querschnitt des Schlämmraumes in Qmm.

Durch Correctur des Wasserzulaufes am Hahn des Zulaufgefäßes hat man so lange zu experimentiren, bis die gewünschte Stromgeschwindigkeit erzielt ist; man liest dann die Druckhöhe am Piezometer ab und notirt dieselbe. Die Geschwindigkeiten, mit welchen ich, dem Vorgange Orth's folgend, operirte, waren, wie bereits S. 19 angeführt wurde:

0,2 Mm. per Sec. entspricht Thon und Mineralkörnern bis zu 0,01 Mm. Korngröße,
2,0 „ „ „ „ Mineralkörner von 0,05—0,01 Mm. Korngröße,
7,0 „ „ „ „ „ „ 0,1 —0,05 „ „

Die beiden erstgenannten Geschwindigkeiten werden im Schlämmraum des großen Trichters, die letztgenannte in dem des kleinen bestimmt. Die für die einzelnen Geschwindigkeiten erforderliche Druckhöhe schwankt nicht unerheblich bei verschiedenen Apparaten: besonders ist die Weite der Schlämmräume und die Weite der Ausflußöffnung von Einfluß. Es schwankt z. B. die geringste Geschwindigkeit von 0,2 Mm. per Sec. nach meinen Erfahrungen von 1,1—1,8 Cm. bezüglich der Druckhöhe; die von 2,0 Mm. von 37—47 Cm.; die von 7 Mm. per Sec. von 45—60 Cm.

Bei der Bodenanalyse muß man im Auge haben, den Boden möglichst in der Form, wie er sich in der Natur findet, zu untersuchen; dabei ist jedoch zugleich Gewicht darauf zu legen, daß besonders durch zweckentsprechende Probenahme der analytische Befund ein Bild von der wirklichen typischen Zusammensetzung des Bodens gewährt.

Um diesen Anforderungen nach Möglichkeit zu genügen, wurde stets von einer sorgfältig ausgewählten Stelle eine Probe entnommen. Diese Rohprobe darf nicht zu klein sein, ich habe zumeist etwa ein Kilo Boden entnommen, nur in Ausnahmefällen, wo die Ausbildung der Bodenformation (besonders das Fehlen von gröberem Gesteinsmaterial) oder der specielle Untersuchungszweck dies zu rechtfertigen schien, entnahm ich Proben von nur reichlich 0,5 Kilo Gewicht.

Die lufttrockene Rohbodenprobe wurde gewogen, durch ein Rundlochsieb von 4 Mm. Maschenweite geschlagen, die abgesiebten größeren Steine von den anhaftenden erdigen Theilen durch Kochen und Waschen gereinigt, dann durch Rundlochsiebe in die Producte: über 10 Mm., 10—8 Mm., 8—6 Mm., 6—4 Mm. Durchmesser getrennt, und die einzelnen Producte im lufttrockenen Zustande gewogen. Die Summe des Gewichtes der größeren Steine wurde vom Gewichte der Rohbodenprobe abgezogen, die Differenz ergab den Gehalt an Feinboden, welcher im Schoene'schen Apparat weiter analysirt wurde. Es schien mir wünschenswerth, die gröberen Gemengtheile, soweit dies eben angeht, direct zur Analyse mit dem Schoene'schen Apparat zu verwenden, deswegen wählte ich ein Sieb von 4 Mm. Lochweite und nicht nach Schoene ein solches von 1,5 Mm., um den Feinboden abzutrennen. Ein noch gröberes Sieb zu diesem Zwecke zu wählen, dürfte bereits aus dem Grunde nicht angängig sein, weil noch größere Steine sich im Apparat festsetzen und das Resultat schon dadurch beeinträchtigen würden; außerdem entspricht die zum Schlämmen genommene Feinbodenprobe weniger dem Durchschnitt, wenn noch gröbere Gemengtheile in demselben enthalten sind.

Zur Analyse wurden 50 Grm. Feinboden abgewogen, in der Porzellanschale unter Umrühren je nach der Natur (Bindigkeit) des Bodens $^1/_2$—2 Stunden gekocht; dann ließ ich etwa 1 Stunde absitzen, goß die obere, nur Thon in Suspension enthaltende Flüssigkeit in den großen Trichter und spühlte mit der Spritzflasche den Bodensatz in den kleinen Trichter.

Beim Schlämmen ist es wichtig, zuerst nicht die volle Geschwindigkeit einzustellen, weil sonst von der durch den suspendirten Thon specifisch schwereren Flüssigkeit leicht gröbere Theile mit fortgeführt werden, als der Geschwindigkeit des klaren Wassers entsprechen; erst wenn sich die Flüssigkeit zu klären beginnt, stellt man die volle Geschwindigkeit ein. Die Wassermasse, welche zur mechanischen Trennung erforderlich ist, ist je nach dem größeren oder geringeren Thongehalte des Bodens eine verschiedene. Für die kleinste Geschwindigkeit (0,2 Mm.) waren 3—6 Liter erforderlich, für die beiden stärkeren je 10—14 Liter.

Die Schlämmproducte wurden in dickwandigen Gläsern von reichlich 1 Fuß Höhe und etwa 7 Liter Inhalt aufgefangen. Das feinste Schlämmproduct wurde dann mit der ganzen Wassermasse in einer großen Porzellanschale zuerst auf dem Gasofen, zuletzt auf dem Wasserbade eingedampft; die gröberen Producte ließ ich 12—24 Stunden absitzen, dann wurde das Wasser durch Decantiren entfernt und der Absatz in mittelgroßen Porzellanschalen eingedampft. Das dritte Schlämmproduct (7 Mm. per Sec. = Mineralkörner von 0,1—0,05 Mm. Korngröße) wird seiner Hauptmasse nach in den großen Trichter übergeführt, nur die leichteren Theile

passiren den Schlämmraum desselben; der Rückstand in diesem Trichter wird demnach mit den bei dieser Geschwindigkeit ausgeflossenen Theilen gemeinsam eingedampft.

Der Rückstand im kleineren Trichter besteht aus den gröberen Theilen von 4—0,1 Mm. Korngröße, er wird aus demselben entfernt — man kehrt die Trichter über einem Beherglase oder einer Porzellanschale um und spühlt die Rückstände durch Aufdrehen des Hahnes des Nachflußgefäßes nach — und nach dem Eindampfen zur Trockne durch Sieben in die verschiedenen Korngrößen getrennt, welche einzeln gewogen werden.

Die abgeschlämmten Producte lassen sich leicht mit einem Gußstahlspatel aus den Porzellanschalen entfernen; sie werden dann in gewogene Uhrgläser gebracht, etwa 6—8 Stunden bei 100° C. getrocknet und nachdem sie die Nacht über wieder an der Luft Feuchtigkeit angezogen, gewogen.

Die Schlämmoperation (excl. Kochen, Eindampfen ꝛc.) nimmt etwa 6—8 Stunden Zeit in Anspruch.

Schon um den Apparat reinzuhalten, besonders aber wenn man Schlämmproducte chemisch analysiren will, empfiehlt sich mit destillirtem Wasser zu schlämmen.

---

2. Die bei den chemischen Analysen in Anwendung gebrachten Methoden.

Die chemisch untersuchten „feinsten Theile" und „Staube" wurden scharf etwa bei 115° C. getrocknet. Die Bestimmung des hygroscop. Wassers und des Glühverlustes war von vornherein nicht in Aussicht genommen. Als es später wünschenswerth erschien, auch diese Bestimmungen mit den Schlämmproducten vorzunehmen, wurden dieselben in frischen Proben ausgeführt. Es wurde genau bei 110° C. getrocknet und dann der Glühverlust bestimmt. Der Glühverlust ist in Folge dessen ein etwas höherer als er beim Glühen der bei 115° C. getrockneten Substanzen gefunden sein würde.

Zu den salzsauren Extracten wurden etwa 50 Grm. der betreffenden Schlämmproducte in Arbeit genommen. Dieselben wurden eine Stunde lang mit concentrirter HCl in dem Verhältnisse, daß auf genau 50 Grm. Schlämmproduct 150 Cc. concent. HCl von 1,2 spec. Gew. gerechnet wurden, ausgekocht; dann wurde abfiltrirt und mit heißem Wasser, zuerst durch Digeriren und Decantiren, zuletzt auf dem Filter ausgewaschen. Das Filtrat wurde zur Trockne gedampft, längere Zeit bei reichlich 100° C. getrocknet, dann in salzsaurem Wasser gelöst und so die in HCl lösliche SiO_2 abgeschieden.

In der auf das Volumen von 1 Liter gebrachten Flüssigkeit wurden die übrigen Stoffe in abgemessenen Portionen bestimmt:

$Al_2O_3+Fe_2O_3+P_2O_5$ wurde mit kohlens. und essigs. Natron gefällt. Besonders wenn viel Thonerde vorhanden war, war zuweilen ein wiederholtes Ausfällen erforderlich. Die Trennung von $Al_2O_3+Fe_2O_3$ geschah durch wiederholtes Auskochen des aus einer besonderen Probe gefällten Niederschlages mit Aetzkali. Aus dem von Eisen und Thonerde freien Filtrate wurde das Magnan durch unterchlorigsaures Natron als MnO_2 gefällt, Letzteres wieder in HCl gelöst und mit $NaOCO_2$ ausgefällt, durch Glühen in Mn_3O_4 übergeführt und als solches gewogen. Sodann wurde der Kalk mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, und das Oxalat im Tiegel durch Betropfen mit concentr. SO_3 in das Sulfat übergeführt. Die Magnesia wurde in der gewöhnlichen Weise aus der vom Kalk abfiltrirten Flüssigkeit, nachdem dieselbe

eingedampft, die NH_3salze vertrieben ꝛc. mit Chlormagnesiummixtur gefällt, als $(MgO)_2P_2O_5$ gewogen.

Die Schwefelsäure wurde aus einer besonderen Probe als $BaOSO_3$ gefällt.

Zur Bestimmung der Alkalien wurde zuerst mit Aetzbaryt, sodann wiederholt mit kohlens. Ammon gefällt, eingedampft, schwach mit kristall. Oxalsäure geglühlt und die Chloralkalien gewogen. Eine weitere Trennung der Chloralkalien ist nicht vorgenommen.

Die P_2O_5 bestimmte ich ebenfalls in einer besonderen Probe, welche vorher zur Trockne gedampft, dann in Salpetersäure gelöst wurde. Die Bestimmung der P_2O_5 geschah mittels Molybdäns. Ammoniaks und Chlormagnesiummixtur.

Zur Ermittelung der in Soda löslichen SiO_2 wurden etwa 5 Grm. in HCl unl. Rückstand wiederholt mit Soda unter Zusatz von etwas Aetzkali ausgekocht, abfiltrirt und aus dem Filtrat die SiO_2 durch Eindampfen und Lösen mit HCl bestimmt. Die gefundene SiO_2menge wurde auf ursprünglichen Boden berechnet.

Zum schwefelsauren Extracte wurden 8—12 Grm. in HCl unlöslicher Rückstand mit dem 5fachen Gewichte concentr. SO_3 in 8—10 Stunden zur Trockne gedampft, die trockne Masse stark mit HCl befeuchtet, auf dem Wasserbade die Säure wieder verdunstet, sodann wiederholt mit Wasser unter Zusatz von wenig HCl digerirt, abfiltrirt und ausgewaschen.

Die Untersuchung des SO_3extractes geschah nach den gleichen Methoden wie die des HClextractes, nur mit dem Unterschiede, daß Al_2O_3 und Fe_2O_3 durch NH_3 ausgefällt wurden, weil sich große Mengen von Al_2O_3 wie sie sich in den SO_3extracten finden durch essigs. Natron schwer abscheiden lassen. Die nur geringen Mengen Eisen, welche in den SO_3extracten der Mineralstaube enthalten waren, wurden nicht ermittelt. Die in dem in SO_3 unlöslichen Rückstande in Na_2OCO_3 lösliche Kieselsäure wurde analog der im in HCl unlöslichen Rückstande enthaltenen bestimmt. Sämmtliche Resultate sind auf Procente des ursprünglichen trockenen Schlämmproductes berechnet.

Zur Sodaschmelze kamen 3 bis 5 Grm. getrocknetes Schlämmproduct zur Verwendung. Dieselben wurden mit der 8fachen Menge Soda vermischt, zuerst über dem Bunsen'schen Brenner, schließlich über dem Gebläse geschmolzen. Der Kuchen wurde im bedeckten Becherglase in salzsaurem Wasser gelöst, die Lösung eingedampft, SiO_2 abgeschieden, und die weitere Untersuchung analog der des HClextractes vorgenommen.

Das hygroscop. Wasser wurde durch Trocknen bei 110° C. bis zum constanten Gewicht in einer Probe von 3—5 Grm. ermittelt, der trockne Boden wurde dann bis keine Gewichtsabnahme weiter zu constatiren war, geglüht, mit kohlensaurem Ammon befeuchtet und bis zum constanten Gewicht bei 150° C. erhitzt.

Zur Bestimmung des in organischer Verbindung vorhandenen C wurden 5 Grm. lufttrockenes Schlämmproduct resp. durch ein 0,5 Mm. Sieb geschlagener Boden im Kölbchen mit 20 Cc. H_2O und 30 Cc. SO_3 übergossen, nachdem die freigewordene CO_2 entfernt war auf 1 Theil vermuthlich vorhandener organischer Substanz 15 Theile Chromsäure zugefügt, schwach erhitzt und die gebildete CO_2 in Kalilauge im Geisler'schen Apparat aufgefangen.

Die an alkal. Erden gebundene CO_2 wurde durch flüssige Phosphorsäure ausgetrieben und ebenfalls in Kalilauge im Geisler'schen Apparate aufgefangen. Je nach der vermuthlichen Menge des vorhandenen Carbonates gelangten 1—5 Grm. lufttrocknes Schlämmproduct resp. durch ein Sieb von 0,5 Mm. Lochweite geschlagener Boden zur Verwendung.

2. Analytische Belege.

Tertiärthon, Gumpe (bei Nordhausen).

a. Feinste Theile (unter 0,01 Mm.)

HCl-extract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entspricht Grm.	Entspricht %	
47,440 tr. Boden	38,918	—	82,037	Unlösl. Rckstnd.
47,440 „ „	8,522	—	17,963	in HCl löslich
47,440 „ „	0,078 SiO_2	—	0,164	SiO_2 in HCl lösl.
4,929 unl. Rckstnd. =6,008 urspr. Bdn.	0,942 SiO_2	—	15,680	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
1,8976 „ „	0,217 Al_2O_3 $+Fe_2O_3+P_2O_5$	—	11,440	11,650 $Al_2O_3+Fe_2O_3+P_2O_5$
4,744 „ „	0,010 Al_2O_3	—	0,210	
1,8976 „ „	0,059 Fe_2O_3	—	3,109	Fe_2O_3
18,976 „ „	0,011 $(MgO)_2P_2O_5$	0,007040 P_2O_5	0,0037	P_2O_5
—	—	—	8,5373	Al_2O_3 (Differenz)
4,744 „ „	0,096 $CaOSO_3$	0,039552 CaO	0,833	CaO
4,744 „ „	0,230 $(MgO)_2P_2O_5$	0,08280 MgO	1,745	MgO
14,232 „ „	0,064 $BaOSO_3$	0,021952 SO_3	0,154	SO_3

SO_3-extract.

9,778 in HCl unl. Rückstand =11,919 urspr. Bdn.	2,448	—	20,558	in SO_3 löslich
11,919 „ „	0,220 SiO_2	—	1,829	SiO_2 in SO_3 lösl.
7,169 „ „	2,632 SiO_2		36,713	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
		abzug. i. HCl lösl.	15,680	
		bleibt	21,033	
0,9534 „ „	0,133 Al_2O_3		13,950	15,838 Al_2O_3
2,3838 „ „	0,045 Al_2O_3	—	1,888	
2,3838 „ „	0,048 $CaOSO_3$	0,019776 CaO	0,829	CaO
2,3838 „ „	0,025 $(MgO)_2P_2O_5$	0,009000 MgO	0,377	MgO

Sodaschmelze.

3,200 tr. Boden	1,883 SiO_2	—	57,281	SiO_2
0,384 „ „	11,600 $Al_2O_3+Fe_2O_3$		31,249	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,960 „ „	0,064 $CaOSO_3$	0,026368 CaO	2,746	CaO
0,960 „ „	0,112 $(MgO)_2P_2O_5$	0,04032 MgO	4,200	MgO

b. Staub (0,05—0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.		Gefunden Grm.		Entspricht Grm.		Entspricht %		
39,096	tr. Boden	37,736		—		96,522		unl. Rückstand
39,096	„ „	1,360		—		3,478		in HCl löslich
39,096	„ „	0,055	SiO_2	—		0,146		SiO_2 in HCl löslich
5,200 =5,387	unl. Rückstnd. urspr. Boden	0,173	SiO_2	—		3,211		SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
8,126	„ „	0,060	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		1,919	2,254	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
7,819	„ „	0,027	Al_2O_3	—		0,345		
3,126	„ „	0,022	Fe_2O_3	—		0 703		Fe_2O_3
						1,551		Al_2O_3 (Differenz)
7,819	„ „	0,011	Mn_3O_4	—		0,140		Mn_3O_4
7,819	„ „	0,082	$CaOSO_3$	0,033784	CaO	0,432		CaO
7,819	„ „	0,099	$(MgO)_2P_2O_5$	0,03564	MgO	0,455		MgO

SO_3extract.

15,000 =15,540	in HCl unl. Rückstand urspr. Bdn.	0,610		—		3,925		in SO_3 löslich
15,540	urspr. Bdn.	0,015	SiO_2			0,096		SiO_2 in SO_3 löslich
5,000 =5,399	in HCl unl. Rückstand urspr. Boden	0,411	SiO_2	ab in HCl löslich bleibt		7,934 3,211 4,723		SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
1,243	„ „	0,045	Al_2O_3	—		3,620		Al_2O_3
3,108	„ „	0,016	$(MgO)_2P_2O_5$	0,00486	MgO	0,156		MgO

Sodaschmelze.

3,000	tr. Boden	2,501	SiO_2	—		83,366		SiO_2
0,480	„ „	0,025	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		5,208	11,749	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
1,200	„ „	0,0785	Al_2O_3	—		6,541		
1,200	„ „	0,073	$CaOSO_3$	0,030076	CaO	2,506		CaO
1,200	„ „	0,024	$(MgO)_2P_2O_5$	0,00864	MgO	0,720		MgO
1,200	„ „	0,016	$BaOSO_3$	0,005488	SO_3	0,457		SO_3

Thon des unteren Buntsandstein von Crimderode (am Lithberge).

a. Feinste Theile (unter 0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.		Gefunden Grm.		Entspricht Grm.		Entspricht %	
48,794	tr. Boden	37,194		—		76,227	unl. Rückstand
48,794	„ „	11,600		—		23,773	in HCl löslich
48,794	„ „	0,292	SiO_2	—		0,598	SiO_2 in HCl löslich
4,874 =6,394	unl. Rckstnd. urspr. Bdn.	1,120	SiO_2	—		17,516	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
0,9746	„ „	0,147	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		15,083	16,232 $Al_2O_3+Fe_2O_3$
2,436	„ „	0,028	Al_2O_3	—		1,149	
0,9746	„ „	0,073	Fe_2O_3	—		7,490	Fe_2O_3
—		—		—		8,742	Al_2O_3 (Differenz)
2,436	„ „	0,008	Mn_3O_4	—		0,328	Mn_3O_4
2,436	„ „	0,262	$CaOSO_3$	0,107944	CaO	4,431	CaO
2,436	„ „	0,168	$(MgO)_2P_2O_5$	0,06048	MgO	2,441	MgO
9,758	„ „	0,291	Chloralkalien	—		2,980	Chloralkalien
14,638	„ „	0,085	$BaOSO_3$	0,029155	BaO	0,199	BaO

Sosextract.

9,745 =12,784	in HCl unl. Rückstand. urspr. Bdn.	1,838		—		14,377	in SO_3 löslich
12,784	„ „	0,057	SiO_2	—		0,453	SiO_2 in SO_3 löslich
4,277 6,915	unl. Rckstnd. urspr. Bdn.	2,287	SiO_2	abzuz i. HCl bleibt		33,073 lösl. 15,516 15,557	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
1,022	„ „	0,117	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		11,444	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
1,022	„ „	0,016	Fe_2O_3	—		1,565	Fe_2O_3
—		—		—		9,879	Al_2O_3 (Differenz)
2,5568	„ „	0,073	$(MgO)_2P_2O_5$	0,02628	MgO	1,027	MgO
7,6704	„ „	0,269	Chloralkalien			3,506	Chloralkalien

Sodaschmelze.

2,946	tr. Boden	1,669	SiO_2	—		56,658	SiO_2
0,2356	„ „	0,068	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		28,947	30,177 $Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,2356	„ „	0,003	Al_2O_3	—		1,230	
0,2356	„ „	0,022	Fe_2O_3	—		9,762	Fe_2O_3
—		—		—		20,415	Al_2O_3 (Differenz)
0,5892	„ „	0,003	Mn_3O_4	—		0,509	Mn_3O_4
0,5892	„ „	0,100	$CaOSO_3$	0,0412	CaO	6,992	CaO
0,5892	„ „	0,051	$(MgO)_2P_2O_5$	0,01836	MgO	3,116	MgO
1,1784	„ „	0,007	$BaOSO_3$	0,002401	SO_3	0,203	SO_3

b. Staub (0,05—0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entſpricht Grm.	Entſpricht %	
50,750 tr. Boden	46,730	—	92,079	unl. Rückſtand
50,750 „ „	4,020	—	7,921	in HCl löslich
50,750 „ „	0,073 SiO_2	—	0,143	SiO_2 in HCl löslich
5,190 unl. Rckſtnd. =5,634 urſpr. Boden	0,277 SiO_2	—	4,916	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
	0,1066 Al_2O_3 + Fe_2O_3	—		
3,030 „ „			3,517	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
3,030 „ „	0,052 Fe_2O_3	—	1,716	Fe_2O_3
—	—	—	1,801	Al_2O_3 (Differenz)
5,075 „ „	0,004 Mn_3O_4	—	0,078	Mn_3O_4
3,030 „ „	0,212 $CaOSO_3$	0,087344 CaO	2,882	CaO
5,075 „ „	0,159 $(MgO)_2P_2O_5$	0,05724 MgO	1,127	MgO
12,687 „ „	0,154 Chloralkalien	—	1,213	Chloralkalien
15,225 „ „	0,016 $BaOSO_3$	0,005488 SO_3	0,036	SO_3

SO3extract.

14,890 in HCl unl. Rückſtand =16,170 urſpr. Bdn.	0,687	—	4,248	in SO_3 löslich
16,170 „ „	0,006 SiO_2	—	0,037	SiO_2 in SO_3 löslich
5,12 unl. Rckſtnd. = 5,829 urſpr. Bdn.	0,5900 SiO_2	abzuz. i. HCl lsl. bleibt	10,121 4,916 5,205	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
3,234 „ „	0,126 Al_2O_3	—	3,896	Al_2O_3
3,234 „ „	0,007 $CaOSO_3$	0,002840 CaO	0,089	CaO
3,234 „ „	0,023 $(MgO)_2P_2O_5$	0,008280 MgO	0,256	MgO
9,702 „ „	0,124 Chloralkalien	—	1,278	Chloralkalien

Sodaſchmelze.

1) 3,130 tr. Bdn.	2,392 SiO_2	—	76,421	76,575 SiO_2
2) 3,051 „ „	2,341 SiO_2	—	76,729	
0,246 „ „	0,034 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	13,821	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,246 „ „	0,012 Fe_2O_3	—	4,098	Fe_2O_3
		—	9,723	Al_2O_3 (Differenz)
0,626 „ „	0,001 Mn_3O_4	—	0,159	Mn_3O_4
0,3051 „ „	0,026 $CaOSO_3$	0,010712 CaO	3,511	CaO
0,626 „ „	0,043 $(MgO)_2P_2O_5$	0,01548 MgO	2,472	MgO

Kalkhaltiger Löß (Lößmergel) von Grimderode (Lehmgrube).

a. Feinste Theile (unter 0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entspricht Grm.	Entspricht %	
49,400 tr. Boden	34,780	—	70,404	unl. Rückstand
49,400 „ „	14,620	—	29,596	in HCl löslich
49,400 „ „	0,308 SiO_2	—	0,623	SiO_2 in HCl löslich
5,165 unl. Rckstnd. =7,336 urspr. Bdn.	1,140 SiO_2	—	15,539	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
0,988 „ „	0,127 Al_2O_3 $+Fe_2O_3+P_2O_5$	—	2,854	$Al_2O_3+Fe_2O_3$ $+P_2O_5$
0,988 „ „	0,061 Fe_2O_3	—	6,174	Fe_2O_3
14,82 „ „	0,029 $(MgO)_2P_2O_5$	0,01856 P_2O_5	0,125	P_2O_5
—	—	—	6,555	Al_2O_3 (Differenz)
2,47 „ „	0,026 Mn_3O_4	—	1,052	Mn_3O_4
2,47 „ „	0,470 $CaOSO_3$	0,19364 CaO	7,839	CaO
2,47 „ „	0,216 $(MgO)_2P_2O_5$	0,07776 MgO	3,148	MgO
7,41 „ „	0,165 Chloralkalien	—	2,226	Chloralkalien
14,82 „ „	0,235 $BaOSO_3$	0,080605 SO_3	0,537	SO_3

SO_3extract.

13,380 in HC unl. Rückstand =19,004 urspr. Bdn.	2,272	—	11,955	in SO_3 löslich
19,004 „ „	0,341 SiO_2	—	1,783	SiO_2 in SO_3 löslich
5,181 unl. Rckstnd. =8,863 „ „	2,236 SiO_2	Abzug. i. HCl lösl. bleibt	25,228 15,339 9,889	SiO_2 in Na_2OCO_2 „ löslich „
1,520 „ „	0,144 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	9,407	9,487 $Al_2O_3+Fe_2O_3$
3,800 „ „	0,003 Al_2O_3	—	0,080	
1,520 „ „	0,028 Fe_2O_3	—	1,842	Fe_2O_3
—	—	—	7,645	Al_2O_3 (Differenz)
3,800 „ „	0,017 $CaOSO_3$	0,007004 CaO	0,184	CaO
3,800 „ „	0,060 $(MgO)_2P_2O_5$	0,02160 MgO	0,568	MgO
11,402 „ „	0,243 Chloralkalien	—	2,131	Chloralkalien

Sodaschmelze.

3,035 tr. Boden	1,665 SiO_2	—	54,859	SiO_2
0,2428 „ „	0,058 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	23,887	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,2428 „ „	0,020 Fe_2O_3	—	8,237	Fe_2O_3
—	—	—	15,650	Al_2O_3 (Differenz)
0,607 „ „	0,140 $CaOSO_3$	0,05768 CaO	9,502	CaO
0,607 „ „	0,068 $(MgO)_2P_2O_4$	0,02448 MgO	4,032	MgO
1,214 „ „	0,027 $BaOSO_3$	0,009261 SO_3	0,762	SO_3

b. Staub (0,05—0,01 Mm.)

HCl-extract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.		Entspricht Grm.		Entspricht %		
51,721 tr. Boden	45,230		—		87,244		unl. Rückstand
51,721 „ „	6,490		—		12,756		in HCl löslich
51,721 „ „	0,053	SiO_2	—		0,102		SiO_2 in HCl löslich
5,010 in HCl unl. Rückstand =5,742 urspr. Bdn.	0,219	SiO_2	—		3,692		SiO_2 in Na_2OCO löslich
2,068 „ „	0,082	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		3,965	4,442	$Al_2O_3+Fe_2O_3+P_2O_5$
5,172 „ „	0,025	Al_2O_3	—		0,477		
2,068 „ „	0,044	Fe_2O_3	—		2,126		Fe_2O_3
15,516 „ „	0,012	$(MgO)_3P_2O_5$	0,00768	P_2O_5	0,050		P_2O_5
—	—		—		2,264		Al_2O_3 (Differenz)
5,172 „ „	0,018	Mn_3O_4	—		0,347		Mn_3O_4
2,586 „ „	0,22	$CaOSO_3$	0,09064	CaO	3,505		CaO
2,586 „ „	0,161	$(MgO)_3P_2O_5$	0,05796	MgO	2,245		MgO
10,354 „ „	0,085	Chloralkalien	—		0,821		Chloralkalien
12,930 „ „	0,023	$BaOSO_3$	0,007889	SO_3	0,060		SO_3

SO_3-extract.

15,735 in HCl unl. Rückstand =18,035 urspr. Bdn.	0,651		—		3,609		in SO_3 löslich
18,035 „ „	0,012	SiO_2	—		0,060		SiO_2 in HCl löslich
4,998 unl. Rückstd. =5,975 urspr. Bdn.	0,411	SiO_2	Abzug. i. HCl löl. bleibt		6,878 3,692 3,186		SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
1,422 „ „	0,048	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		3,328		$Al_2O_3+Fe_2O_3$
3,607 urspr. Bdn.	0,023	$CaOSO_3$	0,009476	CaO	0,262		CaO
3,607 „ „	0,024	$(MgO)_3P_2O_5$	0,00864	MgO	0,239		MgO
10,821 „ „	0,110	Chloralkalien			1,016		Chloralkalien

Sodaschmelze.

1) 3,426 tr. Boden	2,633	SiO_2	—		76,853	77,019	SiO_2
2) 3,603 „ „	2,780	SiO_2	—		77,185		
0,248 „ „	0,025	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	—		10,080	11,468	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,720 „ „	0,010	Al_2O_3	—		1,388		
0,248 „ „	0,008	Fe_2O_3	—		3,225		Fe_2O_3
—	—		—		8,243		Al_2O_3 (Differenz)
0,720 „ „	0,009	Mn_3O_4	—		0,416		Mn_3O_4
0,360 „ „	0,046	$CaOSO_3$	0,018952	CaO	5,246		CaO

Kalkarmer Löß (Lößlehm) von Crimderode (Kramerlith).

a. Feinste Theile (unter 0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entspricht Grm.	Entspricht %	
48,055 tr. Boden	36,283	—	75,504	unl. Rückstand
48,055 „ „	11,772	—	24,496	in HCl löslich
48,055 „ „	0,234 SiO_2	—	0,486	SiO_2 (in HCl löslich)
4,000 unl. Rkst. =5,297 urspr. Bdn.	1,081 SiO_2	—	20,407	SiO_2 (in Na_2OCO_2 löslich)
1,9222 tr. Boden	0,310 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	16,127	16,647 $Al_2O_3+Fe_2O_3$
4,8055 „ „	0,025 Al_2O_3	—	0,520	
1,9222 „ „	0,158 Fe_2O_3	—	8,224	Fe_2O_3
—	—	—	8,423	Al_2O_3 (Differenz)
4,8055 „ „	0,026 Me_3O_4	—	0,541	Me_3O_4
4,8055 „ „	0,300 $CaOSO_3$	0,1236 CaO	2,572	CaO
4,8055 „ „	0,220 $(MgO)_2P_2O_5$	0,0792 MgO	1,648	MgO
4,8055 „ „	0,145 Chloralkalien	—	3,017	Chloralkalien
19,222 „ „	0,013 $(MgO)_2P_2O_5$	0,00832 P_2O_5	0,043	P_2O_5
19,222 „ „	0,208 $BaOSO_3$	0,071344 SO_3	0,319	SO_3

SO₃extract.

15,906 in HCl unl. Rückstand =21,066 urspr. Bdn.	1,660 in SO_3 löslich	—	7,879	in SO_3 löslich
21,066 „ „	0,064 SiO_2	—	0,303	SiO_2
			28,591	SiO_2
4,955 unl. Rkst. =7,327 urspr. Bdn.	2,105 SiO_2	Abzuz. i. HCl lsl. bleibt	20,407	SiO_2
			8,184	SiO_2
2,528 „ „	0,126 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	5,774	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
2,528 „ „	0,020 Fe_2O_3	—	0,790	Fe_2O_3
—	—	—	4,984	Al_2O_3 (Differenz)
2,528 „ „	0,040 $CaOSO_3$	0,01648 CaO	0,651	CaO
2,528 „ „	0,047 $(MgO)_2P_2O_5$	0,01692 MgO	0,669	MgO
12,639 „ „	0,085 Chloralkalien	—	0,674	Chloralkalien

Sodaschmelze.

4,865 tr. Boden	3,010 SiO_2	—	61,870	SiO_2
0,3892 „ „	0,100 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	25,693	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,3892 „ „	0,360 Fe_2O_3	—	9,250	Fe_2O_3
		—	16,443	Al_2O_3 (Differenz)
0,973 „ „	0,007 Mn_3O_4	—	0,719	Mn_3O_4
0,973 „ „	0,150 $CaOSO_3$	0,06180 CaO	6,351	CaO
0,973 „ „	0,068 $(MgO)_2P_2O_5$	0,02448 MgO	2,515	MgO
2,919 „ „	0,061 $BaOSO_3$	0,020923 SO_3	0,716	SO_3

b. Staub (0,05—0,01 Mm.)

HClextract.

Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entspricht Grm.	Entspricht %	
50,943 tr. Boden	49,462	—	97,092	unl. Rückstand
50,943 „ „	1,481	—	2,908	in HCl löslich
50,943 „ „	0,044 SiO_2	—	0,086	SiO_2 in HCl löslich
5,020 unl. Rkst. =5,170 urspr. Bdn.	0,140 SiO	—	2,707	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
3,056 „ „	0,029 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	0,949	$Al_2O_3+Fe_2O_3$
3,056 „ „	0,0024 Fe_2O_3	—	0,079	Fe_2O_3
—	—	—	0,870	Al_2O_3 (Differenz)
7,641 „ „	0,009 Mn_3O_4	—	0,130	Mn_3O_4
7,641 „ „	0,226 $CaOSO_3$	0,093112 CaO	1,218	CaO
7,641 „ „	0,051 $(MgO)_2P_2O_5$	0,01836 MgO	0,240	MgO
25,471 „ „	0,087 Chloralkalien		0,345	Chloralkalien
12,735 „ „	0,023 $BaOSO_3$	0,007889 SO_3	0,061	SO_3

SO_3extract.

15,130 in HCl unl. Rückstand =15,582 urspr. Bdn.	0,379	—	2,432	in SO_3 löslich
15,582 „ „	0,006 SiO_2	—	0,038	SiO_2 in SO_3 löslich
5,018 unl. Rkst. =5,300 urspr. Bdn.	0,206 SiO_2	abzuz. i. HCl lsl. bleibt	3,886 2,707 1,179	SiO_2 in Na_2OCO_2 löslich
1,246 „ „	0,018 Al_2O_3		1,450	Al_2O_3
3,116 „ „	0,024 $CaOSO_3$	0,00988 CaO	0,317	CaO
3,116 „ „	0,014 $(MgO)_2P_2O_5$	0,00504 MgO	0,161	MgO
9,348 „ „	0,060 Chloralkalien	—	0,641	Chloralkalien

Sodaschmelze.

3,046 tr. Boden	2,627 SiO_2	—	86,244	SiO_3
0,3654 „ „	0,023 $Al_2O_3+Fe_2O_3$	—	6,294	8,044 $Al_2O_3+Fe_2O_3$
0,9138 „ „	0,016 Al_2O_3	—	1,750	
0,3654 „ „	0,006 Fe_2O_3	—	1,642	Fe_2O_3
—	—	—	6,402	Al_2O_3 (Differenz)
0,9138 „ „	0,003 Mn_3O_4	—	0,328	Mn_3O_4
0,9138 „ „	0,074 $CaOSO_3$	0,030488 CaO	3,344	CaO
0,9138 „ „	0,016 $(MgO)_2P_2O_5$	0,0576 MgO	0,600	MgO
1,827 „ „	0,018 $BaOSO_3$	0,006174 SO_3	0,337	SO_3

SiO_2bestimmungen in den feinsten Theilen und im Staube des Staublöß (An der Grenze).

	Angewandt Grm.	Gefunden Grm.	Entspricht %
Feinste Theile	2,242 tr. Boden	1,585 SiO_2	70,695 SiO_2
Staub	2,518 „ „	2,198 SiO_2	87,291 SiO_2

Bestimmungen des hygroscopischen Wassers, des Glühverlustes, des organisch gebundenen C und der an alkal. Erden gebundenen CO_2 in den feinsten Theilen und im Staube.

a. Hygroscopisches Wasser.

	Angewandt Grm. lufttr. Boden.	Gefunden Grm. trocken. Bdn.	Entspricht Grm. hygr. H_2O	Entspricht % H_2O des lufttrockenen Bodens.	Entspricht % H_2O des trockenen Bodens.
Löß, Lehmgrube, feinste Theile	3,525	3,383	0,140	3,973	4,138
Staub	5,035	4,994	0,041	0,814	0,8209
Löß Kramerlith } Feinste Theile	4,412	4,172	0,240	5,439	5,752
Kramerlith } Staub	3,993	3,975	0,018	0,450	0,453
Thon d. unteren Buntsandsteins am Lithberge } Feinste Theile	4,257	4,021	0,236	5,543	5,869
Thon d. unteren Buntsandsteins am Lithberge } Staub	3,081	3,051	0,030	0,973	0,983
Tertiärthon Gumpe } Feinste Theile	3,893	3,717	0,176	4,520	4,735
Tertiärthon Gumpe } Staub	0,953	0,947	0,006	0,629	0,633

b. Glühverlust (excl. hygrosc. H_2O_2; incl. CO_2).

		Angewandt Grm.	Gefunden Grm. geglühter Boden.	Entspricht Grm. Glühverlust des lufttrockenen Bodens.	Entspricht % Glühverlust des lufttrockenen Bodens.	Entspricht % Glühverlust des trockenen Bodens.
Löß Lehmgrube	Feinste Theile	3,523 lufttr. Bdn. =3,383 tr. „	3,075	0,308	8,742	9,104
Lehmgrube	Staub	5,035 lufttr. „ =4,994 tr. „	4,877	0,117	2,325	2,340
Löß Kramerlith	Feinste Theile	4,412 lufttr. „ =4,172 tr. „	3,874	0,298	6,754	7,142
Kramerlith	Staub	3,710 lufttr. „ =3,694 tr. „	3,653	0,041	1,105	1,109
Thon des unteren Buntsandsteins am Lithberge	Feinste Theile	4,257 lufttr. „ =4,021 tr. „	3,754	0,267	6,272	6,640
Thon des unteren Buntsandsteins am Lithberge	Staub	3,081 lufttr. „ =3,051 tr. „	2,999	0,052	1,687	1,704
Tertiärthon Gumpe	Feinste Theile	3,893 lufttr. „ =3,717 tr. „	3,409	0,308	7,911	8,286
Tertiärthon Gumpe	Staub	0,953 lufttr. „ =0,947 tr. „	0,929	0,018	1,888	1,900

c. Organisch gebundener C.

		Angewandt Grm.	Gefunden CO_2 Grm.	Entspricht % CO_2 des luft-trockenen Bodens.	Entspricht % CO_2 des trockenen Bodens.	Entspricht % C des luft-trockenen Bodens.	Entspricht % C des trockenen Bodens.
Löß	Feinste Theile	5,000 lufttr. Bdn. = 4,802 tr. „	0,110	2,200	2,290	0,6006	0,625
Lehmgrube	Staub	5,000 lufttr. „ = 4,960 tr. „	0,023	0,460	0,463	0,125	0,126
Löß	Feinste Theile	5,000 lufttr. „ = 4,729 tr. „	0,074	1,480	1,564	0,404	0,429
Kramerlith	Staub	5,000 lufttr. „ = 4,980 tr. „	0,017	0,340	0,341	0,0918	0,0930
Thon des unt. Buntsandsteins am Lithberge	Feinste Theile	5,000 lufttr. „ = 4,725 tr. „	0,077	1,540	1,629	0,420	0,444
	Staub	5,000 lufttr. „ = 4,955 tr. „	0,027	0,540	0,545	0,147	0,148
Tertiärthon Gumpe	Feinste Theile	5,000 lufttr. „ = 4,775 tr. „	0,091	1,820	1,926	0,496	0,525

d. An alkal. Erden gebundene CO_2.

		Angewandt Grm.	Gefunden CO_2 Grm.	Entspricht % CO_2 des luft-trockenen Bodens.	Entspricht % CO_2 des trockenen Bodens.	Entspricht % $CaOCO_2$ des luft-trockenen Bodens.	Entspricht % $CaOCO_2$ des trockenen Bodens.
Löß	Feinste Theile	1,000 lufttr. Bdn. = 0,960 tr. „	0,032	3,200	3,332	7,274	7,573
Lehmgrube	Staub	2,000 lufttr. „ = 1,984 tr. „	0,0555	2,775	2,797	6,307	6,357
Löß	Feinste Theile	2,000 lufttr. „ = 1,913 tr. „	0,0055	0,275	0,287	0,625	0,652
Kramerlith	Staub	2,000 lufttr. „ = 1,992 tr. „	0,009	0,450	0,451	1,022	1,025
Thon des unt. Buntsandsteins am Lithberge	Feinste Theile	2,000 lufttr. „ = 1,890 tr. „	0,006	0,300	0,317	0,681	0,720
	Staub	2,000 lufttr. „ = 1,982 tr. „	0,004	0,200	0,201	0,455	0,456
Tertiärthon Gumpe	Feinste Theile	2,000 lufttr. „ = 1,910 tr. „	0,0025	0,125	0,130	0,284	0,259

Analytische Bestimmungen in feinerdigen Theilen (unter 0,5 Mm.) lufttrockener Böden.

a. Hygroscopisches Wasser.

	Angewandt Grm. lufttr. Boden.	Gefunden Grm. trockener Boden.	Entspricht Grm. H_2O.	Entspricht % H_2O der lufttr. Substanz.
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 15—35 Cm.	3,838	3,696	0,142	3,699
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 35—70 Cm.	4,444	4,156	0,288	6,480
Löß unter Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 120—180 Cm.	3,700	3,541	0,159	4,297
Hasselboden, Braune Erde	4,275	4,141	0,134	3,134
Lößmergel, Lehmgrube	3,401	3,325	0,076	2,234
Lößlehm, Kramerlith	2,395	2,293	0,102	4,258
Thon des unteren Buntsandstein, Am Lithberge	3,972	3,815	0,157	3,952
Thon der oberen Zechsteinletten, An der Grenze	4,605	4,280	0,325	7,057

b. Glühverlust (excl. hygroscop. H_2O).

	Angewandt Grm. lufttr. Boden.	Hygroscop. H_2O Grm.	Glühverlust excl. hygr. H_2O Grm.	Glühverlust excl. hygr. H_2O % des lufttr. Bodens.
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 15—35 Cm.	3,838	0,142	0,429	11,177
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 120—180 Cm.	4,444	0,288	0,574	13,141
Löß unter Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 120—180 Cm.	3,700	0,159	0,060	1,621
Hasselboden, Braune Erde	4,275	0,134	0,297	6,947
Lößmergel, Lehmgrube	3,401	0,076	0,131	3,851
Lößlehm, Kramerlith	2,395	0,102	0,075	3,131
Thon des unteren Buntsandsteins, Am Lithberge	3,972	0,157	0,157	3,952
Thon der oberen Zechsteinletten, An der Grenze	4,605	0,325	0,255	7,709

c. Humusbestimmungen.

	Angewandt Grm. lufttr. Boden.	Gefunden Grm. CO_2.	Entspricht % CO_2.	Entspricht % C	Entspricht % Humus (mit 58% C.)
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 15—35 Cm.	5,000	0,3605	7,210	1,968	3,393
Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 35—70 Cm.	5,000	0,4885	9,770	2,667	4,601
Löß unter Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 120—180 Cm.	5,000	0,0895	1,790	0,488	0,843
Hasseliger Löß, Braune Erde	5,000	0,244	4,880	1,332	2,298
Lößmergel, Lehmgrube	5,000	0,041	0,820	0,223	0,386
Löß, (hasselig), Braune Erde	5,000	0,167	3,34	0,9118	1,573

d. An alkalische Erden gebundene CO_2.

	Angewandt Grm. lufttr. Bdn.	Gefunden Grm. CO_2.	Entspricht % CO_2.	Entspricht % CaO.	Entspricht % $CaOCO_2$.
Gypsgruhr, Kalkberg I.	5,000	0,039	0,780	0,992	1,772
„ „ II.	5,000	0,043	0,860	1,090	1,954
Dolomitasche (am Lithberge)	2,000	0,434	21,700	27,624	49,324
Letten (in den Trippels Bäumen)	2,500	0,1015	4,060	5,168	9,228
Letten (am Lithberge)	2,500	0,0315	1,260	1,503	2,763
Dolomitreiche Letten I. a.	2,000	0,126	6,300	8,019	14,319
Dolomitreiche Letten I. b.	2,000	0,187	9,350	11,902	21,352
Dolomitreiche Letten I. c.	2,000	0,070	3,500	4,455	7,955
am Lithberge II. a.	2,000	0,051	2,550	3,246	5,796
am Lithberge II. b.	2,000	0,049	2,450	3,118	5,568
Oolithischer Buntsandstein am Junkernholz grau	2,000	0,065	3,250	4,137	7,387
Oolithischer Buntsandstein am Junkernholz roth	2,000	0,0235	1,175	1,495	2,670
Oolithischer Buntsandstein Am Lithberge I. 10 Cm.	2,000	0,064	3,200	4,073	7,273
Oolithischer Buntsandstein Am Lithberge II. 10—20 „	2,000	0,051	2,550	3,356	5,806
Oolithischer Buntsandstein Am Lithberge III. 20—50 „	2,000	0,068	3,400	4,328	7,728
Oolithischer Buntsandstein Am Lithberge IV. 50—80 „	2,000	0,043	2,150	2,736	4,886
Oolithischer Buntsandstein Am Lithberge V. 80—100 „	2,000	0,065	3,250	4,130	7,387
Hasselboden a. 15—35 Cm.	2,000	0,147	7,350	9,356	16,706
Kleiner Hasenwinkel b. 35—70 „	2,000	0,174	8,700	11,075	19,775
Löß unter Hasselboden, Kleiner Hasenwinkel, 120—180 Cm.	2,000	0,0195	0,975	1,241	2,216
Hasseliger Löß, Braune Erde	5,000	0,054	1,080	1,374	2,454
Stinkschiefermischlehm, Stoeckey	2,000	0,025	2,600	3,309	5,909
Stinkschiefermischlehm, Steingraben	2,000	0,081	4,050	5,155	9,205
Mischlehm II., An der Kuhtrift	2,000	0,0805	4,025	5,123	9,148
Löß, Lehmgrube	2,000	0,069	3,450	4,392	7,842
Löß, Braune Erde, durch Infiltration mergelig	2,500	0,063	2,520	3,207	2,707
Löß, Braune Erde, kalkarm	5,000	0,004	0,080	0,101	0,181
Löß, Großer Hasenwinkel,	3,000	0,089	2,966	3,775	6,741
Löß, Großer Hasenwinkel, oben hasselig I. 20 Cm.	2,000	0,063	3,150	4,009	7,159
Löß, Großer Hasenwinkel, oben hasselig II. 50 „	2,000	0,053	2,650	3,373	6,023
Löß, Großer Hasenwinkel, oben hasselig III. 100 „	2,000	0,455	2,275	2,896	5,171
Löß, Kramerlith	2,000	0,098	4,900	6,237	11,137
Löß auf Buntsandstein, am Disselberge	2,000	0,081	4,050	5,155	9,205
Lehmiger Schotter, an der Kuhtrift	2,000	0,023	1,150	1,463	2,613
Lehmiger Schotter Scheibelith	2,000	0,112	5,600	7,128	12,728

Bemerkungen zur Karte.

Wie Seite 99 bemerkt, sind die agronom. Bodengruppen durch Schraffirung, Punktirung ꝛc. bezeichnet. Für den Thon wurde die Schraffirungsrichtung von rechts oben nach links unten, für den Lehm die auf der erstgenannten senkrecht stehende Richtung von links oben nach rechts unten gewählt. Der Lithograph hat etwas zu eng schraffirt, so daß die Schraffirungsrichtung nicht immer so leicht erkennbar ist, als dies wünschenswerth erscheint; besonders macht sich dieser Mißstand für den Thon des unteren Buntsandsteins geltend. Der Fehler war dieses Mal leider nicht mehr zu beseitigen, wird sich aber in Zukunft beseitigen lassen.

In der südwestlichen Ecke des Schottervorkommens „an der Kuhtrift" findet sich der Gyps und Dolomit an zwei Punkten in kleinen Stöcken anstehend. Beide Stöck sind abgegrenzt, jedoch ist das Colorit derselben auf einer größeren Anzahl Kartenexemplaren mangelhaft ausgefallen. Der westliche Stock besteht aus Dolomit, der östliche aus einem Kern von Gyps umlagert von Dolomit.

REESE LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

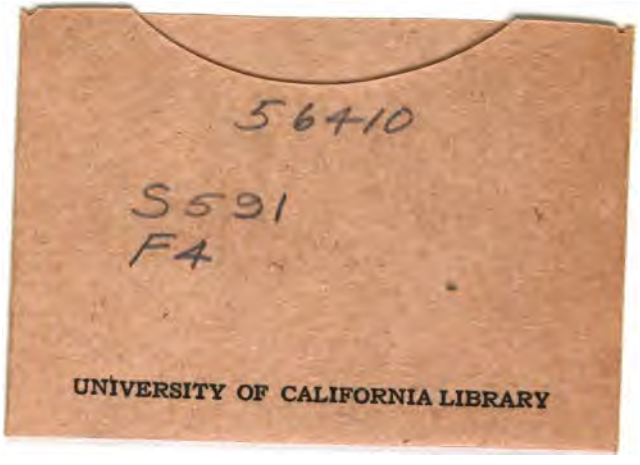
REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA.

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW

AN INITIAL FINE OF 25 CENTS
WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN
THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY
WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH
DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY
OVERDUE.

NOV 2 1940 M

LD 21–100m-7,'40(6936s)

YC 65706